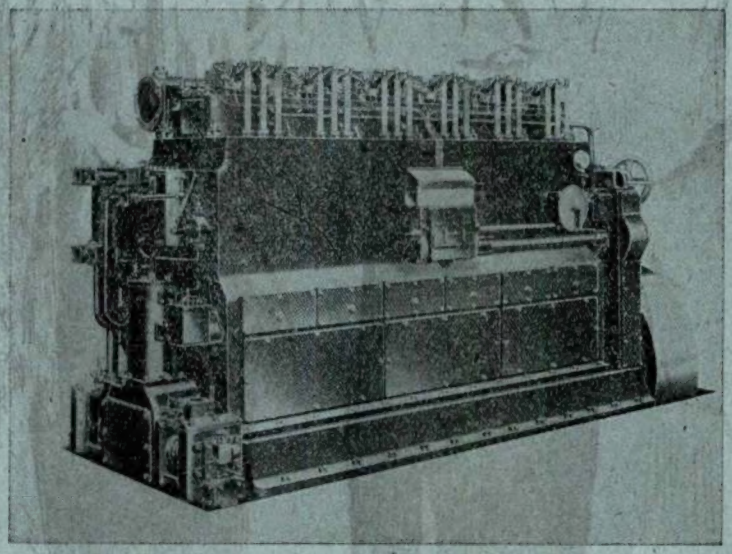
H. VAULTIER & C.ª

SECÇÃO TÉCNICA

MOTORES FIXOS E MARÍTIMOS — DIESEL E SEMI-DIESEL
A gasolina, petróleo e gás.
Transformações de motores Diesel em motores a gás pobre

Bombas "WORTHINGTON"

de êmbolo, centrífugas e para grandes profundidades, bombas especiais para a indústria
BOMBAS CENTRÍFUGAS NACIONAIS E ESTRANGEIRAS



Moto-bombas portáteis "RELIANCE", a gasolina, de 3/4 CV.

GRUPOS MOTO-BOMBAS
para tôdas as alturas e rendimentos, a vapor, gasolina, petróleo e óleos pesados.

ELECTRO-BOMBAS
MOTORES ELÉCTRICOS
GRUPOS ELECTROGÉNEOS

Compressores "WORTHINGTON"

Instalações frigoríficas — Instalações industriais

Estudos técnicos — Serviço de montadores especializados

CASA FUNDADA EM 1897

e se se submete a um movimento de rotação entre as pontas dos dedos ou as palmas das mãos parte-se em pequenos fios, rígidos e de elevada dureza, que se cravam nos pontos moles da epiderme.

Dada a sua estabilidade química, é imputrescível e totalmente refractária à acção nociva de larvas, insectos, roedores ou animais de outro género.

Segundo o fim a que se destina, assim se prepara com comprimentos mais ou menos uniformes. Umas vezes corta-se em fibras de diversos comprimentos, que misturados e orientados em diversas direcções tomam a forma de «bôrra de sêda», ou se aglomeram em torcidas semelhantes à lã, ao algodão ou ao fêltro, sendo diferente a quantidade de ar que nelas fica retido num e noutro caso. Da quantidade de ar armazenado depende a compacidade do conjunto fibroso e ainda a sua capacidade isoladora.

Daqui resultam as suas excelentes propriedades isoladoras, que a tornam um magnífico protector contra o calor e o frio, pois além de resistir a uma temperatura à volta de 600 graus, tem um coeficiente de conductibilidade térmica a zero graus, $\lambda = 0{,}028$, muito inferior como se vê aos demais isolantes de uso corrente.

Outras vezes prepara-se em compridos fios rectilíneos, sendo o seu diâmetro médio de $5{,}5 \times 10^{-3}$ milímetros, e oferecendo à tracção, uma resistência de 280 a 350 quilogramas por milímetro quadrado de secção.

Também se obtém em forma de fios com 25 a 30 centímetros de comprimento e 7×10^{-3} milímetros de diâmetro, isto é, quinze vezes mais delgado que os cabelos humanos, que uma vez agrupados se fiam juntos, a uma velocidade de 1.500 metros por segundo, tecendo-se, depois de ligeiramente lubrificados, em máquinas semelhantes às da indústria téxtil.

No entanto os êxitos da fibra téxtil nesta indústria, são muito limitados. Pela regularidade da sua superfície oferece grande dificuldade à torsão, resistindo a ela e mostrando grande tendência a retomar a sua forma rectilínea, sem ondulações; é difícil de anodar e ainda que se formem com essas fibras cordões mais ou menos grossos, de um precioso brilho perlado, aptos a serem tintos e a com êles se poderem confeccionar quási todos os tecidos correntes, não se podem no entanto aplicar com êxito à confecção de vestidos e só se empregam no fabrico de telas mais ou menos espessas, para decoração de habitações, exercendo simultâneamente uma função isolante.

É muito empregada no fabrico de tecidos filtrantes, incombustíveis e imputrescíveis e também no de tapeçarias, «edredons», adornos de vestidos e chapéus, etc.

A sua utilidade fundamental está no entanto no campo da construção.

Usada desde há muito nas instalações industriais como isolante térmico, começou a usar-se também a partir de 1929 na marinha francesa e alemã, em substituïção do amianto, para isolar nos navios as condutas de fumo desde as caldeiras até à base das chaminés.

Com o seu emprêgo, consegue-se uma nótável economia de pêso em relação ao amianto, pois o material empregado no isolamento com fibra de vidro pesa seis ou sete vezes menos do que o usado no caso do amianto.

Também tem aplicações interessantes em viveiros e estufas, para proteger as plantas contra o frio, e, embebida com alcatrão substitue com vantagem a juta alcatroada na protecção das tubagens, condutas de água e outros líquidos, por causa da sua maior duração.

Pela sua incombustibilidade emprega-se para proteger contra o fogo quadros e baixos relevos e outras obras de arte, bibliotecas, etc., usando-se também nas fábricas de explosivos e combustíveis, em forma de muros contra fogos e outros artifícios protectores.

A sua utilidade como isolante acústico é enorme não só para evitar os ruídos que se propagam através das paredes das actuais construções, mas também, para evitar a excessiva reverberação, ruídos, ecos, concentrações e outras distensões sonoras, nas salas de espectáculo, evitando que as irregularidades ou desigualdades de absorção das ondas sonoras dê lugar à perda de algumas das harmónicas e certas notas, com o conseqüente prejuízo para a pureza do som.

Com êste fim se usa nas salas de espectáculo em forma de placas aglomeradas por processos especiais, ou como aconselha o engenheiro Bossut, formando, com um tecido de lã ou juta pregada sem esticar sôbre uma série de ripas, uma série de bôlsas, que se enchem com fibra de vidro, tendo essas bôlsas na parte mais convexa uma espessura máxima de quatro centímetros, e empregando de dois a dois e meio quilos de fibra por metro quadrado de superfície.

Também é usada à maneira de almofadas colocadas sôbre uma armação de ripas, revestidas dum tecido que pode ser de fibra de vidro ou de finas placas de estanho ou alumínio, perfuradas, com orifícios finíssimos, que pelo seu número ou disposição, permitem aumentar a absorção da fibra, conseguindo-se além disso uma variedade enorme de efeitos decorativos.

Nas cabines dos estúdios de rádio e nos «plateaux» dos cinemas revestem-se as paredes e os tetos com um aglomerado de fibra de vidro de seis a dez centímetros de espessura, com uma disposição análoga à que temos citado, ou simplesmente em forma de almofadas revestidas de tela metálica, se bem que neste caso sejam menores as possibilidades de ornamentação.

Em Espanha, onde a têm lançado no mercado diversas fábricas de vidro, usam-na nos seus locutórios a emissora Rádio Sevilha e outras, e na «Feria de Muestras» realizada em Segóvia no verão de 1943, empregou-se também na cabine do estúdio instalado pela estação emissora daquela cidade, obtendo-se uma maravilhosa impermeabilidade contra os ruídos exteriores.

Começa também a usar-se em teatros e cinemas sendo empregada em larga escala nas instalações que, em Chamartin de la Rosa (Madrid), possue a emprêsa produtora de filmes «Sevilha Film, S. A.»

Com o fabrico da fibra de vidro, experimentaram notável incremento as fábricas de cristal, aperfeiçoando de dia para dia a composição dêste, não só no sentido autárquico, para aproveitar matérias primas nacionais, mas também para obter novos produtos.

Na Alemanha fabrica-se desde 1940 o «vidro-esponja» obtido da espuma formada à superfície do vidro durante a fusão e que devido à sua estrutura celular pode cortar-se, sem que perca por isso a solidez própria do vidro.

Também se tem já obtido um sucedâneo — ultralit — patenteado na Alemanha, que é uma espécie de lã extraída das escórias dos altos fornos, contendo uns 33 % de sílica, 18 % de argila, 41 % de cal, 5 % de magnésia e 1,6 % de óxido de ferro, e que tem as mesmas aplicações que a fibra de vidro, nas suas formas de fêltro, lã e sêda, sendo a sua produção bastante mais económica.

O caminho pode dizer-se que está apenas iniciado e um porvir de novas e cada vez mais interessantes aplicações espera esta fibra totalmente sintética, cuja importância aumenta incessantemente em todos os países.

FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) HORÁCIO DE MOURA

(Continuação)

III — Metais empregados na construção civil

A — Ferro

1 — *Generalidades*

É o ferro um material de grande importância na construção civil; é obtido, por fusão de diferentes minerais como as hematites, magnetites e limonites. Vejamos algumas características dêstes minérios:

a) *Hematite* — Óxido de ferro de teor variável. As hematites vermelhas (óxidos férrico anidro, $Fe_2\ O_3$) têm, como o seu nome indica, uma côr sanguínea e contêm uma percentagem de ferro que se pode limitar num máximo de 60 %.

Podem aparecer cristalizadas, compactas ou terrosas; a variedade mais espalhada é a oolítica. Na ganga, deixam geralmente calcários, quartzo, apatite e, mais raramente, pirite. São importantes os jazigos que existem no Norte da Espanha, especialmente os de Somorrostro, famosos pela sua pequena percentagem de fósforo; visitei estes jazigos em Julho passado, acompanhado de um engenheiro de minas que ali presta serviço e pude conhecer com certa minúcia as diferentes secções de extracção, que aqui não descrevemos, por o assunto merecer ser tratado especialmente

Há em Portugal hematites caracterizadas pelo seu brilho metálico a baço, cinzentas de aço a pretas ou avermelhadas, de risca vermelha sanguínea; cristaliza a hematite no sistema hexagonal e apresenta-se em cristais perfeitos, ou mais freqüentemente, em massas granulares, terrosas, escamosas, fibrosas ou compactas; é um mineral frágil, opaco, de dureza compreendida entre 5,5 e 6,5 e densidade entre 4,9 e 5,3. Os maiores jazigos encontram-se em Moncorvo (cêrca de 500 milhões de toneladas), quási inexplorados; encontram-se também jazigos em Pôrto de Mós, Guadramil, Alvito, etc.

b) *Magnetite* ($Fe^3\ O^4$) — Mineral negro com risca preta, de brilho submetálico ou metálico, frágil e opaco; a sua dureza varia entre 5,5 e 6,5 e a densidade é 5,17. Apresenta-se geralmente em octaedros ou rombodoecaedros; ainda pode aparecer em massas compactas, granulares ou laminares. É geralmente atraída pelo iman. Encontra-se no Algarve, perto de Leiria e, associada com hematite, em Pôrto de Mós e Alvito; perto de Alvito encontra-se a *pedra iman*, variedade de magnetite.

c) *Limonite* ($2\ Fe^2\ O^3, 3\ O\ H^2$) — Mineral escuro, acastanhado, ou amarelado, de brilho submetálico e risca amarela ou amarelo-acastanhada; é amorfo, variando a sua dureza entre 5 e 5,5 e a sua densidade entre 3,6 e 4. Apresenta-se em massas botrióides e a sua fractura é fibro-radiada ou compacta. Encontra-se nos jazigos de Odemira e Serra de Rates; com hematite, em Moncorvo e Guadramil.

Os minérios depois de extraídos ou são fundidos tal como foram obtidos, ou são prèviamente partidos, triturados e separados de parte da sua *ganga;* quando a percentagem de enxôfre é exagerada, submetem-se à *tostação.* A seguir verifica-se a adição de *fundentes* que com as gangas dos minerais e as cinzas dos combustíveis formam compostos que fàcilmente se fundem — *escórias.* Os fundentes principais podem ser:

a) *Calcáreos,* usados quando os minerais contenham excesso de sílica ou argila.

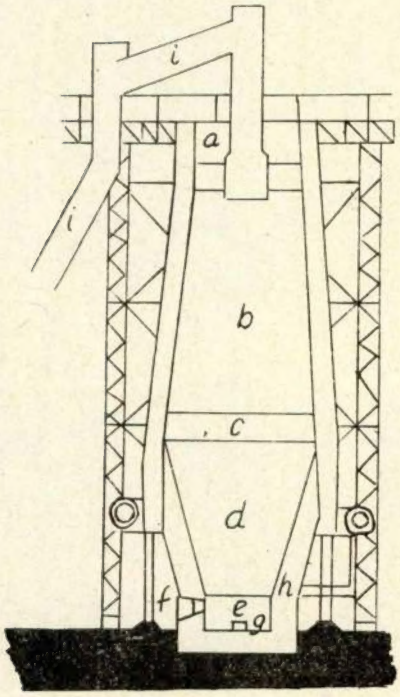
b) *Argilosos,* usados quando os minerais são ricos em magnésia ou mesmo em cal.

c) *Magnesíferos,* usados para reduzir o ponto de fusão das escórias.

Ainda são empregues, como fundentes:

as escórias de alto forno, quando os minerais são muito ricos em ferro; os fosfatos, quando queremos transmitir ao ferro propriedades particulares, etc.

2 — *Altos fornos*



a) bôca
b) cuba
c) ventre
d) carburador
e) cadinho
f) sangra de escórias
g) sangra de calda
h) entrada de ar quente
i) escape dos gases

Fig. 22

A bôca dos altos fornos (fig. 22) é alimentada por montacargas inclinados, fechada por dupla tampa móvel e atravessada no centro pelo tubo de escape; êste conduz os gases a uma tôrre rectangular na qual se põem em contacto com leite de cal, penetrando a seguir no *regenerador*. Existem de um modo geral, 2 ou 4 regeneradores por cada alto forno, constituídos essencialmente por tôrres cilíndricas de tejolo refractário; aqui incidem os gases que vêm pelo tubo já citado, aquecendo fortemente o material que enche as estufas; quando o dito material está ao rubro, os gases encaminham-se para outro regenerador, enquanto que o primeiro é atravessado por uma corrente de ar atmosférico, circulando em sentido contrário daqueles, que é aquecido altamente.

Êste ar quente penetra num tubo que rodeia o forno, passando depois para o seu interior, sob pressão; logo que está em contacto com o carbono do combustível forma-se anidrido carbónico (CO_2), que depois volta a óxido de carbono (CO) ao passar pelas camadas superiores; a seguir verifica-se a redução dos óxidos minerais, assim se regenerando o anidrido carbónico. Ao mesmo tempo que se passam estes fenómenos liberta-se carbono, que se deposita, muito dividido, no ferro incandescente e é por êste absorvido; o ponto de fusão desta liga ferro-carbono é bastante mais baixo de que o do ferro puro e assim logo começa o fenómeno de fusão acompanhado pela formação de escórias. O líquido obtido, gotejando a cêrca de 1200° vai-se acumulando no cadinho e sangra-se cada 6 horas, derramando-se em rêgos de areia, ramificados, onde o ferro solidifica formando barras, de que se obtêm os lingotes. O lingote assim obtido é a matéria prima para fabricar o ferro maleável.

As escórias, logo que atingem nível determinado, vazam constantemente e solidificam formando blocos; podem apresentar-se *ácidas* ou *básicas*, conforme são ricas em sílica e argila ou em cal e magnésio. As descrições que faço bem como o decurso de tôda esta parte, são baseados no contacto que tive, há pouco, com os altos fornos de Vizcaya e com tôda a sua organização industrial.

3 — *Categorias de ferro*

O ferro utilizado na construção civil divide-se geralmente em duas categorias:

a) — ferro de fundição
b) — ferro maleável

a) *ferro de fundição* — Contém mais de 2 % de carbono e funde a uma temperatura entre 1.100° e 1.300° C; não se pode forjar e é bastante frágil. Êste ferro designa-se de fundição cinzenta ou branca, conforme a sua côr; aquela é mais siliciosa, doce e menos dura, fundindo-se com maior facilidade. Por isso o produto de fundição branca, que contém sempre magnésio, por causa da sua pouca fluidez é dificil de moldar e

utiliza-se para transformar em ferros doces e aços; nesta fundição branca distinguem-se ainda os produtos pela sua fractura; assim temos as variedades: não cristalina, radiolar e spiegeleisen. Na fundição cinzenta há as variedades: clara e escura.

Ainda segundo o seu emprêgo posterior se distinguem as fundições em: lingote de moldação, lingote Thomas, lingote Bessemer, lingote pudelado, etc; e conforme o combustível empregado nos altos fornos, se podem também distinguir as fundições: com carvão vegetal, com coque e com hulha. Costuma mesmo considerar-se uma terceira fundição entre a cinzenta e a branca, a que podemos chamar intermediária, aparecendo na sua fractura a grafite e a massa branca. O produto de fundição cinzenta emprega-se na moldação, visto que à resistência indispensável, junta a facilidade de fusão, dilatando-se no momento de solidificar, de forma que enche e contorna tôdas as sinuosidades dos moldes; além disso a sua dureza torna-o útil para a execução de ferramentas.

Quando tem pouco fósforo, como acontece com os lingotes de hematites que contêm daquele corpo cêrca de 0,1 %, no máximo, poderá utilizar-se, sem receio, na construção. A fundição cinzenta também é conhecida pelas designações de fundição de segunda fusão ou ferro coado; por isso, sempre que o ferro coado se destina à moldação de peças, convém submetê-lo a uma segunda fusão e assim se lhe dá maior uniformidade e mesmo maior pureza.

Essa operação realiza-se em fornos cilíndricos, revestidos interiormente de tejolo refractário — cubilhotes — que se carregam com os lingotes, combustível e calcáreo e fàcilmente os fundem, com auxílio dum ventilador.

b) *Ferro maleável* — Como atrás digo, também é o lingote a matéria prima para a obtenção das principais categorias de ferro maleável e que são:

— ferro doce
— aço

Ferro doce — Tem uma percentagem de carbono que varia entre 0,04 e 0,06 %; funde a cêrca de 1.500°, é possível soldá-lo e forjá-lo, mas a sua tenacidade não é grande. A sua resistência à tracção é inferior a 45 kg/cm².

Aço — Tem uma precentagem de carbono que varia entre 0,06 e 1,6 %; é muito mais duro que o ferro doce, a sua temperatura de fusão está entre 1.400 e 1.500° C. e a sua resistência à tracção deve ser sempre maior que 45 kg/cm². Os aços são susceptíveis de *têmpera;* esta operação consiste num resfriamento brusco que rebaixa a temperatura crítica. A quantidade total de carbono, com esta operação, fica ìntimamente misturada na massa (carbono de têmpera). Pode o aço caldear-se novamente e depois lentamente deixar-se esfriar (aço rocozido); então o carbono referido combina-se com o metal formando carbonato de ferro, deminuindo a dureza proporcionalmente à temperatura atingida durante o *caldear*.

Tanto os ferros como os aços costumam dividir-se em 2 grandes grupos:

α — Soldados, batidos ou forjados
β — de fusão

α — *Ferros e aços soldados, batidos ou forjados* — Obtêm-se pelo processo de Henry Cort — pudelado — que se realiza num forno de reverbero (fig. 23).

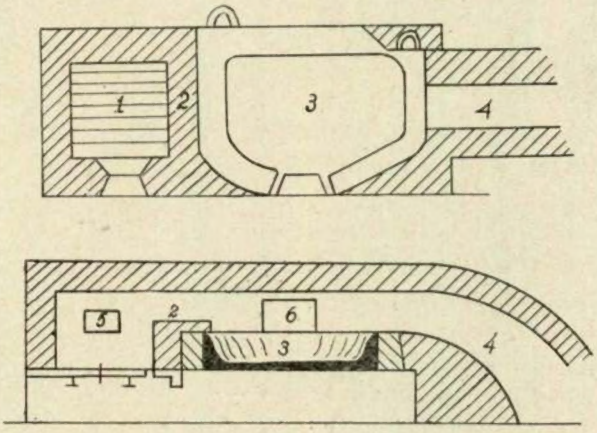


Fig. 23

1 — grêlha de
2 — altar
3 — soleira
4 — conduta de escape de gases
5 — porta da fornalha
6 — porta de carga

Um forno de rebervero é constituído de tal forma que o combustível queimado em cima da grêlha (1) produz chamas, que são obrigadas a passar sôbre o altar de ferro fundido da fornalha e lamber todo o corpo do forno pròpriamente dito onde o mineral se encontra sôbre a soleira (3). Esta é de ferro fundido, refrigerada por sistema particular e coberta por uma capa de material refractário; todo o interior do forno é revestido com tejolo refractário. O ferro introduz-se pela porta (6) em porções que geralmente andam por 300 kg e é a seguir varrido pelas chamas que o vão oxidando, queimando-se logo o sílico que contém; remexendo a massa com hastes apropriadas consegue-se oxidar o fósforo, o magnésio e o enxôfre. O processo de descarburação avança e o ferro perde a sua fluidez pouco a pouco formando-se pequenas bolas que a seguir são aglomeradas e depois de grandemente caldeadas, se levam ao clássico martelo pilão ou a prensas hidráulicas, para que as escórias sejam expulsas; as barras assim obtidas, entram em laminadores ou fieiras para que se fabriquem perfilados, arames, etc. Entre os laminadores, devemos distinguir:

— laminador duo ou tandem
— » reversível
— » trio
— » universal

O laminador duo, que é constituído essencialmente pelos dois cilindros da fig. 24, tem o inconveniente de, para cada passagem,

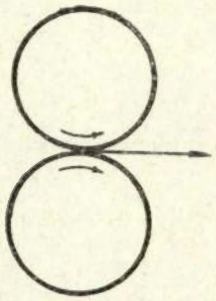


Fig. 24

obrigar a inverter a peça, pois terá que se entrar com ela no laminador sempre do mesmo lado. É para evitar tal inconveniente que se empregam laminadores reversíveis (Fig. 25), tais que a cada passagem da barra, invertem a marcha dos cilindros, passando então aquela em sentido inverso.

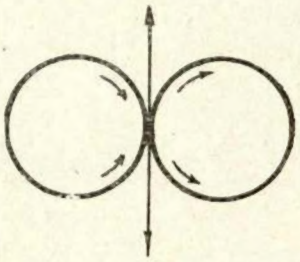


Fig. 25

Mais freqüentemente, empregam-se os laminadores trio (Fig. 26) em que as barras a laminar passam ora entre os cilindros médio e superior, ora entre aquele e o inferior; neste processo, em virtude do movimento dos cilindros ser sempre no mesmo sentido, poder-se-ão acoplar às máquinas pesados volantes, que lhe melhorarão muito o rendimento. Finalmente, com os laminadores universais e seus derivados, se consegue a regulação dos perfis a laminar. Os laminadores universais são empregues na obtenção

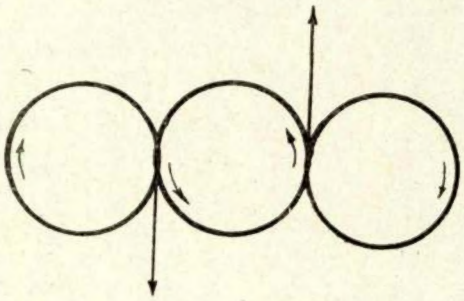


Fig. 26

de barras e chapas e constam essencialmente de 2 grupos de cilindros colocados um por trás do outro, tendo o primeiro eixos horizontais e o segundo verticais. Tal é o laminador de Grey que confecciona perfis T, de alma cheia. Nos perfis mais complicados o processo de laminação fará passar a barra primitiva por uma série de fases intermédias; e assim teremos para obter um mesmo perfil, vários laminadores, que formam

um trem de laminação. Conforme a natureza da sua produção, os laminadores chamam-se: de perfilados, de chapa ondulada, de tubos, etc.

β — *Ferros e aços de fusão* — A obtenção dêstes produtos verifica-se refundindo o ferro coado; tal operação poderá realizar-se por 4 processos: Bessemer y Thomas, Martin-Siemens, cadinhos e forno eléctrico.

1.º — *Processos Bessemer y Thomas* — Empregam-se convertidores, com a forma da fig. 27, revestidos interiormente de material refractário e basculantes em tôrno dum eixo horizontal. O fundo do convertidor

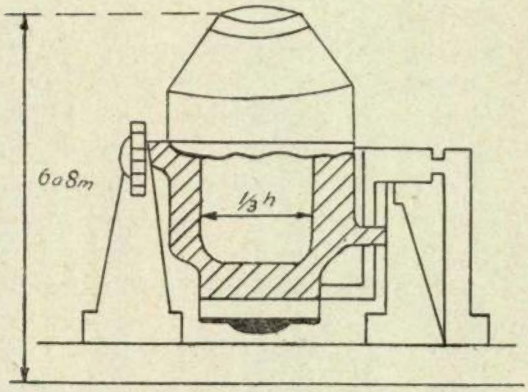


Fig. 27

é móvel, contendo uma câmara de ar, por onde se injecta para o seu interior ar quente, sob pressão. Com uma só carga do convertidor e em períodos de 20 minutos, transformam-se massas fundidas de 10 a 30 toneladas, em ferro maleável ou forjável. Carregado o convertidor, abre-se a entrada do ar sob pressão que atravessa a massa, queimando as substâncias que acompanham o ferro fundido, como o magnésio e silício; a temperatura do convertidor oscila durante todo o processo entre 1.580° e 1.640° C, de modo que o metal se mantém sempre no estado líquido, vertendo-se finalmente em moldes para isso dispostos. Os processos Bessemer y Thomas divergem no modo como prevêem o revestimento dos convertidores. Assim o revestimento dos convertidores Bessemer, consiste em ladrilhos refractários ácidos (ladrilhos de quartzo puro, com adição de um pouco de argila e cal); no processo Thomas, empregam-se revestimentos básicos (ladrilhos de dolomite, com adição dum pouco de argila).

Em qualquer dos processos se descarbura o ferro completamente, para depois se juntar a quantidade necessária de carbono, pela adição dum corpo rico nesse elemento, recarburando o ferro em fusão; a recarburação é mais ou menos enérgica conforme queremos que os aços e ferros a obter, sejam mais ou menos doces.

2.º — *Martin-Siemens* — Aqui utiliza-se um forno Martin, com regeneradores Siemens. O forno Martin-Siemens (Fig. 28), pode trabalhar com soleiras e revestimentos ácidos (silício ou quartzo) e obteremos os aços ácidos, ou com soleiras e revestimentos básicos (dolomite ou magnetite), obtendo por isso os aços básicos. Como no processo anterior, tudo se prepara para obter massa muito pobre em carbono, para em seguida se recarburar à vontade, com adição de spiegeleisen. O aço moldado obtém-se sempre pelo processo ácido e o ferro doce, pelo básico.

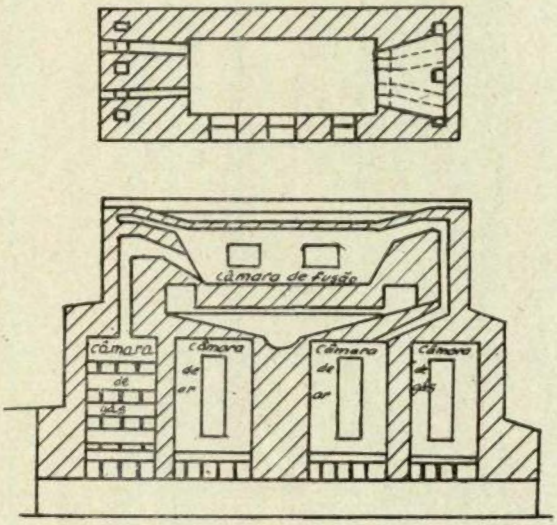


Fig. 28

3.º — *Aços de cadinhos* — Como o nome indica estes aços obtêm-se refundindo o aço ordinário ou mistura de ferro coado e maleável, em cadinhos especiais. Para aumentar a dureza dos aços resultantes, que quási

sempre são os mais caros, juntam-se-lhes determinadas porções de cromo, níquel, tungsténio, etc., obtendo os aços especiais.

4.º — *Fornos eléctricos* — Os altos fornos eléctricos são ainda raros, pois a sua manutenção só poderá tornar-se prática, quando se disponha de energia hidráulica a baixo preço. A utilização da energia eléctrica alcança elevadíssimas temperaturas e a pureza dos produtos obtidos com tal processo é muito maior. De-resto os métodos são análogos aos já descritos: para obtenção do lingote, o alto forno; para fabricar aços, fornos de arco voltaico, de indução e de alta freqüência. Estes aços costumam designar-se, impròpriamente por eléctricos; tais são os aços tipos Herault, Girod, Keller, Stassano, etc., etc.

Estes aços são de extraordinária tenacidade, de fractura uniforme, de coeficiente de rotura elevadíssimo; são forjáveis e soldam-se com extrema facilidade.

4 — *Ferros do comércio*

a) *Chapas* — As chapas podem ser: lisas, estriadas, distendidas, curvas, embutidas e onduladas.

A chapa lisa ou chapa negra têm espessuras que vão até 5 m/m (chapa fina) e de 5 a 25 m/m (chapa grossa).

As especificações das diversas espessuras variam conforme os países.

Nos altos fornos de Vizcaya adopta-se a galga de Paris, em que o número 1 corresponde à chapa de 0,6 m/m e os números que vão de 1 a 11 aumentam sucessivamente de uma décima de milímetro; nas que se seguem, as diferenças variam de 2, 3, 4, 5 e 6 décimas. A dimensão máxima das chapas finas é de 2×1 m; a largura das chapas grossas, laminadas pelos altos fornos de Vizcaya, que é a instalação que sempre me serve de modêlo visto que foi aí que tomei contacto directo com os assuntos que agora trato, varia de 10 em 10 centímetros, desde 1 a 2 metros, com comprimentos que variam entre 4 e 14 metros, conforme as outras dimensões.

As chapas galvanizadas e zincadas, fabricam-se para que se preservem da oxidação e usam-se, sobretudo, em depósitos de água, algerozes, tubos de queda, etc. Os altos fornos de Vizcaya produzem chapa galvanizada de 2×1 m e chapa zincada com 1,2×0,6 m. A chapa negra vende-se também perfurada, com 0,75 a 2,00 m/m de espessura. Usa-se para revestir caloríferos, respiradouros, crivos, etc. Também pode galvanizar-se ou zincar-se; as suas dimensões são: 2,0×1,0×0,0005 m; 2,0×1,0×0,001 m; 2,5×1,0×0,0015 m; 2,5×1,0×0,0015 m; 2,5×1,0×0,002 m; 2,5×1,0×0,0025 m; 3,0×1,1×0,0035 m; 3,5×1,2×0,004 m; 3,5×1,2×0,005 m; 4,0×1,3×0,006 m; 4,0×1,3×0,007 m; 5,0×1,5×0,008 m; 6,0×1,5×0,009 m; 6,0×1,5×0,0010 m.

Os diâmetros dos orifícios variam entre 2 e 105 m/m, sendo a variação nas primeiras 5, de 1/2 m/m e nas restantes de 1 m/m. Os altos fornos de Vizcaya fabricam chapas grossas com características que resumimos no quadro I.

As chapas estriadas, construídas de aço doce Martin-Siemens têm estrias, cruzando-se, em forma de losangos. A largura das estrias vai de 4 a 5 m/m e o seu relêvo de 1,5 a 3 m/m; nas fabricadas nos altos fornos de Vizcaya, os eixos das estrias formam losangos cujas diagonais têm 25 a 300 m/m de largura, variando a largura total das chapas de 750 a 1.250 m/m. O seu pêso, em função de espessura é:

Espessura	1/2	6	7	8	9	10	m/m
Pêso	49,5	53,6	61,8	69,4	77,5	85,7	kg

As chapas distendidas, obtêm-se de chapas lisas, em que se executam uma série de cortes dispostos de determinada maneira, geralmente em linhas paralelas interrompidas alternadamente, e depois estiradas. Fabrica-se em Portugal material desta espécie, conhecido pelo nome genérico de metal distendido; o seu smprêgo é feito consoante os casos que se tratam, usando números ou tipos especiais. Assim, usaremos o *diamante — 1 e o diamante — 2,* em arma-

duras de lages de cimento armado; fabricam-se em bandas de 1,25 m de largura por 20 ou 30 m de comprimento. As malhas têm 200 × 75 m/m; na rêde diamante — 1, os fios simples têm a secção de 10,5 m/m² e na diamante — 2, têm 13 m/m². *Espinhela:* que se usa em tectos, com aplicação de argamassa de cimento antes do estuque; emprega-se também para a execução de vigas falsas e em todos os revestimentos que exijam rêde muito maleável e de malha apertada. A secção dos fios é de 0,5 m/m² e as malhas têm 40 × 12 m/m; vende-se em rolos com 1,25 m de largura.

Espinhaço-serrado: tem esta rêde maior resistência que a anterior e usa-se nos mesmos fins indicados para aquela, mas quando se queira mais resistência nos trabalhos a executar. A secção dos fios é 1 mm²; sendo as dimensões da malha 28 × 11 mm; igualmente se vende em rolos com 1,25 m de largura.

Espinhela G Z: que serve muito bem para armar sancas de tectos e tôda a espécie de ornatos, para o que é expressamente fabricada. A malha mede 40 × 12 mm, mas só mostra o vão de 32 × 11 mm; é vendida em rolos com 1 metro de largura e cêrca de 24 m de comprimento. É esta rêde muito maleável, podendo o gêsso ser aplicado directamente sôbre ela.

Gradil G Z: especialmente fabricada para ser usada em gradeamentos de vedação. Os fios têm cêrca de 3 × 2 mm, medindo a malha 58 × 17 mm; é fornecida em rolos de 1,00 m de largura para cêrca de 6,50 m de comprimento. Êste gradil destina-se a ficar descoberto visto ser protegido com forte zincagem.

Gradil largo: que pode também ser usado em gradeamentos de vedação, tendo neste caso que ser protegido com pintura. Os fios têm 2 × 2 mm e a malha 58 × 22 mm; é fornecido em rolos com 1,25 m de largura

QUADRO I

Espessura mm	Comprimento em metros para uma largura de															
	1,0 m	1,1 m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m
3	3,5	3,0	3,0													
4	6,0	5,5	5,0	4												
5	6,5	6,0		5	4,5											
6	8	7,5	5,5	6,5	6,0	5,5	4									
7	9	9,0	7,0	8	7,5	7,5	7	7								
8	11	10,5	8,5	9,5	9	8,5	8	7,5	7							
9	12	11,5	10	10	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7						
10	12	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7					
11	12	12	11	11	11		10,5	10	9,5	9	8	7,5	7			
12 — 13	14	13	11,5	12	11,5	10,5	10,5	10	9,5	9	8	7,5	7	6	5	4
14 — 15	14	13	12,5	12	11,5	11	10,5	10	9	8,5	8	7,5	7	6	5	4
16 — 17	14	13	12	13	12	11	11	10,5	9,5	9	8,5	8	7	6	5,5	4
18 — 24	13	13	13	13	12	11,5	11	10,5	9,5	9	8,5	8	7	6	5,5	4
25	13	13	13	13	12	11,5	11	10,5	8,8	8,5	8	7,5	7	6	5,5	4
26	13	13	13	13	12	11,5	11	10,5	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	4
27	13	13	13	13	12	11,5	11	10,5	8,2	7,7	7,3	6,7	6,7	6	5,5	4
28	13	13	13	13	12	11,5	11	10,5	7,8	7,3	7	6,7	6,5	6	5,5	4
29	13	13	13	13	12	11,5	8,5	8	7,5	7	6,6	6,2	6	5,7	5,5	4
30	13	13	13	13	11,5	11	8,5	8	7,2	6,9	6,6	6,2	6	5,7	5,5	4

e 5,20 m de comprimento. Além dêstes tipos há rêdes próprias para tubagem com malhas de 45×115 mm em chapas de 1, 2 e 4 mm de espessura.

Chapas curvas. Dimensões mais vulgares:

Comprimento	— entre	0,5 e 3,0 m
Largura	— »	0,5 e 2,0 m
Espessura	— »	5 e 10 mm.

São, geralmente, de aço doce e as suas flexas variam de 1/8 a 1/12; empregam-se aparafusando ou rebitando-as pelos seus rebordos, que têm 60 a 80 mm de largura.

Chapas embutidas. Dimensões mais vulgares:

Comprimento e largura — entre 0,5 e 18 m
Espessura — 5 a 10 mm.

A sua forma é geralmente a das abobadilhas rebaixadas; são constituídas de aço doce e as suas flexas variam de 1/10 a 1/15. Rebitam-se ou aparafusam-se pelos rebordos, cuja largura varia entre 40 e 80 mm.

Chapas onduladas. Conforme o perfil das ondulações, podemos distinguir chapas onduladas *simples* e para *carga;* e assim as ondulações serão, respectivamente, pouco profundas e largas, obtidas vulgarmente por laminação e mais profundas, forjadas em geral com prensas (Fig. 29 *a* e *b*).

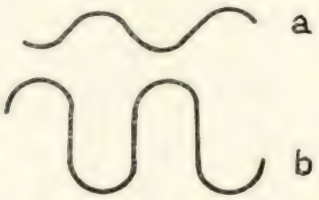


Fig. 29

As chapas onduladas para carga, agüentam esforços 10 vezes maiores que as simples. Além destas há ainda chapas de ondulação dupla ou tripla, derivadas tôdas da chapa ondulada de carga.

b) *Perfilados e varões.* Obtidos por laminagem, sendo os mais vulgares:

ferros angulares de abas iguais
ferros angulares de abas desiguais
ferros em duplo T
ferros de abas cheias
ferros em U
ferros T
ferros em Z
ferros zores
quadrantes de colunas
corrimões
chapas com cordão
ferros angulares com cordão
ferros hexagonais
octogonais
semi-redondos
meias canas
redondos
quadrados
etc.

A juntar a estes, há uma longa série de perfis especiais, como os ferros para cobertas envidraçadas, portas, janelas, etc.

Os diversos perfis normais são caracterizados pelo número que indica a sua dimensão mais frisante, em centímetros; estes perfis variam conforme os países produtores, sendo nos altos fornos de Vizcaya adoptados os perfis alemãis, desde 1881. As características dêstes perfis poder-se-ão encontrar em qualquer manual ou tabela da especialidade (Hütte, tabela do Prof. Vicente Ferreira, etc.).

c) *Pregos, parafusos e rebites.* Encontram-se no mercado pregos de ferro forjado e pregos de arame, podendo estes últimos ser quadrados ou redondos. Os pregos de ferro forjado quási se não empregam na construção civil, posto que ainda há pouco se tenham usado muito para pregar ferragens nas asnas, portas, janelas, etc., contudo hoje, como digo, carecem de importância.

O prego redondo, agora muito usado entre nós, dada a escassez que tem havido do quadrado, vende-se em ceiras de 1 a

5 kg; a sua espessura varia de 0,5 a 10 mm, enquanto que o seu comprimento varia de 5 a 250 mm.

Finalmente, o prego de arame quadrado, o que mais se usa, é fornecido em ceiras de 5 kg de pêso, cada. O mais grosso — *cavilhas* — é numerado de 1 a 6 e tem os comprimentos de 12 e 11″ o n.º 1; 10 e 9″ o n.º 2; e 9, 8, 7, 6 e 5″, sucessivamente, os restantes. Vem a seguir o prego de *telhado,* que tem o n.º 7, o *meio telhado* com o n.º 8, o galeota n.º 9, meia galeota n.º 10, o sétia n.º 11; depois, o prego de *fasquiado* (n.ºs 6, 5, 4, 3 e 2), que emprega arame n.ºs 11 e 12, 13, 14 e 15. O seu comprimento principia em 1″ para o *fasquiado* n.º 2 e aumenta de 1/4″ até ao *meia galeota*; dêste ao *telhado,* aumenta 1/2″, para depois aumentar 1″ até à *cavilha* mais grossa.

Os parafusos servem para ligar peças de ferro ou de madeira; distinguem-se os primeiros porque são geralmente cilíndricos em todo o seu comprimento e completamente roscados, enquanto que os segundos têm rôsca cónica, que abrange só parte do comprimento do parafuso. Há parafusos com porca que são usados geralmente para ligação de peças metálicas; quando se trate da ligação de peças de madeira muito grossa os parafusos com porca também estão indicados. Os parafusos conhecem-se geralmente pela forma da cabeça; e assim temos três espécies: de cabeça esférica, de gôta de sebo e de cabeça perdida (Fig. 30).

Fig. 30

Em qualquer dos casos a cabeça apresenta um sulco para o parafuso ser manobrado pela respectiva chave.

Finalmente os rebites servem para ligar peças de ferro, permanentemente.

São hastes de ferro terminadas em cabeça geralmente esférica numa extremidade, que se metem a quente no olhal que atravessa as peças a ligar, formando-se depois, na extremidade simples do rebite, nova cabeça (Fig. 31)

d) *Cabos e cadeias.* Duas categorias de cabos metálicos se costumam considerar: cabos tractores e portantes.

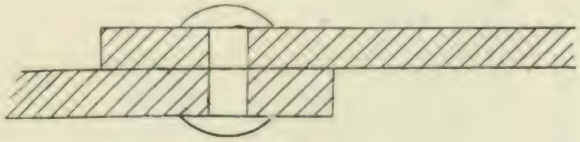


Fig. 31

Os primeiros são construídos pela associação de vários elementos, formados por alma de canhamo ou mesmo de aço doce, a que se enrolam arames de aço com 1 a 3 mm de diâmetro, reünidos por fim em espirais conjuntas enroladas em sentido contrário ao que se encontram torcidos os seus elementos constituintes; nos segundos o enrolamento dos arames de aço é feito directamente numa alma única de arames redondos, sendo os diversos enrolamentos feitos em sentido contrário.

A construção dêstes cabos deve ser bastante cuidada para que não fiquem, pràticamente, espaços entre os diversos elementos; como prevenção, costumam as emprêsas metalúrgicas encher os pequenos espaços que, provàvelmente, fiquem, com uma substância anti-oxidante.

As cadeias executam-se forjando-as com base em barras redondas.

5 — *Soldaduras de ferro*

a) *Soldadura autogénea.* Como o título indica, esta soldadura é executada sem intermédio de fundentes especiais, mas tão sòmente por simples fusão das partes a soldar. A fusão destas partes é executada com aparelhos de tipos diversos; entre os principais citaremos os oxídricos e os oxiacetilénicos; os primeiros utilizam oxigénio e hidrogénio comprimidos a 150 atmosferas. A chama obtida com os aparelhos exídricos fornece temperaturas de cêrca de 2.500°; geralmente soldam-se com êste apa-

relho peças cuja espessura não ultrapasse 8 mm. Com o maçarico oxiacetilénico, obtém-se uma chama que nos dá uma temperatura de 3.300° e com ela se podem soldar peças com espessuras de 10 mm e mais; podem ser a baixa pressão e então o oxigénio está entre 3 e 5 atmosferas e o acetileno a 0,0015 atmosferas, ou a alta pressão e o oxigénio está a cêrca de 3 atmosferas e o acetileno a igual pressão. O uso dêstes aparelhos estende-se ao corte de peças de ferro de, relativamente, grandes espessuras, não sendo raro cortarem-se peças com 4 e 5 decímetros; para isso aquece-se primeiro um ponto afim de dar início à fusão, fechando-se imediatamente a entrada do gás combustível para que o oxigénio queime o ferro líquido e assim sucessivamente.

b) *Soldadura eléctrica.* No processo Thomson, empregam-se correntes de grande intensidade e pequena tensão; nos processos de Lagranje e Oho, utilizam-se correntes de pequena intensidade e grande voltagem.

c) *Soldadura pelo processo Goldschmidt.* Baseada na combustão de uma mistura de óxidos metálicos de ferro e alumínio; esta mistura é inflamada por intermédio de cartuchos de ignição, atingindo a sua chama a elevada temperatura de 3.000°, resultando ferro líquido e óxido de alumínio.

6 — *Propriedade do ferro usado nas construções*

a) *Conteúdo de carbono.* Com o conteúdo de carbono variam: a *resistência à tracção,* que é inversamente proporcional à quantidade de carbono que o ferro contenha; a *tenacidade,* cujo valor máximo se obtém com ferros que contenham 1 % de carbono, *o pêso específico,* que varia entre 7,85 e 7,88, diminue à medida que aumenta a proporção de carbono, sendo de 7,82 quando aquela proporção é 1 %. As dosagens vulgares de carbono são: ferro coado 2,0 %; aço de 1,6 a 0,5 %; ferros martelados, batidos ou de pudelado, de 0,5 a 0,1 %; ferros de fusão de 0,25 a 0,05 %.

b) *Influência doutros corpos.* O enxôfre é um corpo indesejável, em virtude de diminuir a resistência dos ferros e os tornar quebradiços quando quentes; o fósforo igualmente é indesejável pois faz os ferros quebradiços a frio; o magnésio prejudica a soldadura do ferro; o silício prejudica a forjadura. O quadro seguinte dá as percentagens admissíveis dêstes elementos:

Magnésio	Menos de 1 %
Silício.....	» » 0,2 %
Fósforo.....	» » 0,1 %
Enxôfre.....	» » 0,05 %

Nos aços especiais, determinados minérios de níquel, tungsténio, molibdeno, cromo, etc., vincam a sua presença marcando vantagens determinadas àquele material; tais são os aços a cromo, a níquel, a tungsténio, etc.

c) *Calor específico, conductibilidade térmica, pontos de fusão, etc.*

A variação do calor específico indica-se a seguir:

Para uma variação de temperatura entre 0° e	calor específico médio do ferro
300°	0,260
400	0,131
500	0,137
600	0,142
700	0,159
800	0,170
900	0,170
1000	0,168
1200	0,167
1400	0,167

A conductibilidade térmica é igual a 11.

Pontos de fusão:

Para a fundição cinzenta, entre 1200 e 1300°

Para a fundição branca, entre 1100 e 1200°

Para os ferros doces de pudelado, entre 1500 e 1600°

Para os ferros de fusão, entre 1350 e 1450°

A dilatação linear varia como indica o quadro seguinte:

Designação	Para uma variação de temperatura entre 0° e							
	190°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°
	em mm por m. do comp. inicial							
Ferro doce.	—1,68	1,22	2,53	3,93	5.43	7,02	8,71	10,49
Aço Siemens	—1,67	1,20	2,51	3,92	5,44	7,06	8,79	10,63
Fundição	—1,59	1,04	2,21	3,49	4,90	6,44	8,09	9,87

Coeficientes de contracção:

Ferro coado 1/96
Ferro em barras . . . . . 1/55 a 1/72
Aço . . . . . 1/64 a 1/72

Coeficientes de atrito:

Fundição, sôbre fundição 0,15
Ferro doce sôbre fundição 0,18
Ferro doce sôbre ferro doce 0,30
Ferro laminado sôbre pedra 0,42 a 0,49

Coeficientes de resistência:

Resumem-se no quadro II.

QUADRO II

Designação	Módulo de elasticidade Kg/cm²	Limite de elasticidade		Limite de proporcionalidade	Módulo de elasticidade transversal	Carga de rotura Kg/cm²			Coeficiente de trabalho Kg/cm²		
		Tracção	Comp.			Tracção	Comp.	Corte	Tracção	Comp.	Corte
Fundição . . .	750.000 a 1.050.000	660	1.500 a 1.900	–	290.000 a 400.000	1.200 a 2.000	6.000 a 8.500	1.000 a 1.100	250	500 a 800	200
Ferro batido..	2.000.000	1.300 a 1.700		1.300	770.000	3.300 a 4.400	> 2.200	> 2.000	800 a 1.000	750 a 1.000	600 a 800
Ferro de fusão	2.150.000	2.000 a 2.400		1.800	850.000	3.400 a 4.500	> 2.500	> 3.200	1.000 a 1.200	1.400	800 a 1.000
Aço Siemens..	2.200.000	2.400		2.500 a 5.000	850.000	4.500 a. 8.000	> 2.800 sem têmpera > 4.500 com têmpera	> 4.000	–	–	–

(*Continua*)

ENGENHARIA E ESTÉTICA

POR NUNO TEOTÓNIO PEREIRA

(Do Curso de Arquitectura da E. B. A. L.)

Repete-se mais uma vez: o engenheiro e o arquitecto têm um campo comum de trabalho — a construção. Cada um dêles tem aptidões naturais e adquiridas que lhe marcam um lugar próprio nesse campo de trabalho. Mas para que cada um desempenhe quanto possível exactamente o seu papel na construção, é preciso que conheça também quanto possível exactamente os limites da sua actividade e o ponto de aplicação das suas aptidões naturais e adquiridas.

Do ponto de vista das relações entre ambos, esta continua a ser hoje a questão fundamental para o engenheiro e para o arquitecto.

Impõe-se uma delimitação de fronteiras

Desde que, por necessidades derivadas sobretudo do grande desenvolvimento das ciências e das técnicas, o mestre construtor dos tempos antigos teve que dividir-se em duas entidades — o engenheiro e o arquitecto — a confusão tem reinado na construção civil.

Para dar remédio à situação, tem-se procurado marcar no campo da prática os limites mais ou menos aproximados das funções de cada um e têm-se feito apelos à colaboração mútua.

Êste método já tem dado bons frutos, mas subsistem ainda mal-entendidos que só poderão ser completamente esclarecidos, colocando o problema numa base teórica concreta, de maneira a poderem ser marcadas, com palavras de sentido bem definido, a posição do engenheiro e a posição do arquitecto.

Impõe-se uma delimitação de fronteiras.

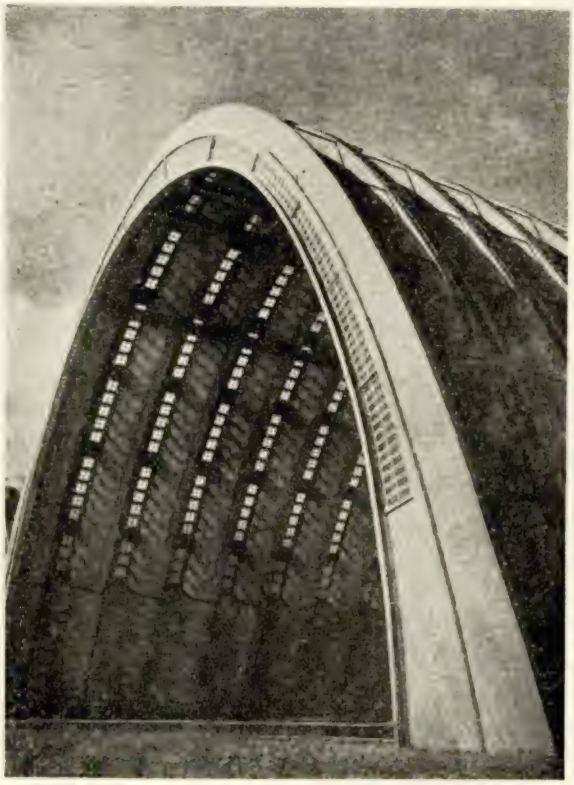
Isto, porém, é tarefa difícil. O que se publica aqui é apenas uma tentativa. Um ensaio.

Existe um ideal estético para a Engenharia?

Um dos aspectos do problema que me parece ter sido menos estudado pelos raríssimos que no País têm feito alguma coisa para aclarar a situação, é o que se refere às relações da Engenharia com a Estética. Muitas dúvidas estão de pé. Algumas das mais importantes:

Existe um ideal estético para a Engenharia?

Se existe, êsse ideal estético é o mesmo que para a Arquitectura?



«É nos hangares de Orly que uma aproximação entre a ausência de intenções artísticas e o poder dos efeitos obtidos é mais chocante», declara o próprio Freyssinet

São lícitas, ou pelo menos necessárias, as preocupações estéticas no engenheiro?

Em que medida deve o arquitecto resolver os problemas estéticos de uma obra de engenharia?

Pode em algum caso chamar-se obra de arte a uma obra de engenharia?

Freyssinet. O testemunho de um grande engenheiro

Constitue um preciosíssimo depoimento o artigo do grande engenheiro francês Freyssinet que serviu de prefácio a um número de «L'Architecture d'Aujourd'hui» e que foi publicado no n.º 81 da «Técnica» (Janeiro de 1937). É uma espécie de confissão profissional, quási uma carta auto-biográfica.

Neste documento fundamental para o estudo das relações profundas entre a Engenharia e a Arquitectura, o grande construtor e sábio do nosso tempo põe com tôda a limpidez o problema da Natureza na obra de engenharia, apontando-a como o ideal desta — o objectivo — o polo.

Vale a pena a longa transcrição, indispensável para completa compreensão do caso:

«Como diante do infinito do mar ou do céu...»

«Pode conceber-se um ideal técnico, uma perfeição de ordem material e utilitária, que se definisse do seguinte modo:

«Suponhamos que conhecemos exactamente tôdas as condições de utilização a que deve satisfazer uma determinada construção; os esforços, as deformações, as causas de deslocação ou de ruína que possa ter que suportar.

«Que uma inteligência dotada de ilimitado poder de invenção, conhecendo tôdas as propriedades da matéria e das formas e dispondo de meios técnicos infalíveis para determinar em cada ponto desta todos os efeitos de qualquer mudança das condições físicas, fôsse capaz de conceber tôdas as soluções satisfatórias dum problema assim pôsto; que, dentre estas, ela saberia escolher a solução mais perfeita, a qual, satisfazendo harmoniosamente ao conjunto das condições técnicas, apenas exigisse para a sua realização o mínimo esfôrço humano. Esta solução seria necessária e única. Se pudesse ser realizada, nós seríamos tão sensíveis à sua perfeição como a qualquer outra perfeição sobrehumana.

«Como diante do infinito do mar ou do céu, duma païsagem grandiosa ou dum corpo deslumbrante de beleza, quedaríamos penetrados de admiração diante dessa manifestação de um grande poder criador.»

O Ideal estético da Engenharia é o belo da Natureza

Freyssinet é bem claro:

Fala num «ideal técnico, uma perfeição de ordem material e utilitária» e acrescenta que êsse ideal é de natureza estética («... nós seríamos tão sensíveis à sua perfeição..»). Logo, trata-se sem dúvida, do ideal estético da Engenharia.

Por outro lado, não fala na presença da Arte para a obtenção dêsse ideal, tornando-se bem claro que o belo a que se refere não é de raíz artística, o que de resto é bem confirmado pelos exemplos que toma: o infinito do mar ou do céu, uma païsagem grandiosa e um corpo deslumbrante de beleza.

Esta beleza de que êle fala, conseqüência de uma «perfeição sobrehumana» e «manifestação de um grande poder criador», não é senão a beleza da Natureza.

Isto torna-se ainda mais evidente se repararmos que as normas fundamentais que regulam a Engenharia são: máxima eficiência e máxima economia. E são precisamente estas mesmas normas que regularam e regulam tôda a criação da Natureza, tôda a actividade do mundo físico: a lei universal do menor esfôrço e do máximo rendimento.

Isto prova-nos que:

O ideal estético da Engenharia é a natureza;

O ideal funcional da Engenharia é também a Natureza;

A perfeição estética da Natureza corresponde à sua perfeição funcional;

Na obra de engenharia, o nível estético é directamente proporcional ao nível fun-

cional atingido, o que significa, em sentido absoluto, que quanto mais uma construção desempenha satisfatòriamente a missão para que foi criada, tanto mais elevado nível estético ela tem probabilidades de atingir.

O Ideal estético da Arquitectura é o belo da Arte

Em Arquitectura, tudo se passa de uma maneira muito diferente. A beleza da obra de arquitectura é de raíz artística, quere dizer, é resultante da quantidade de arte que nela está contida.

Chegámos assim a duas noções do belo: o belo natural (da Natureza) e o belo artístico (da Arte) ([1]). O primeiro é conseqüência da perfeição total de tôda a Natureza — criação sôbre-humana; o segundo é conseqüência da intervenção do homem na Natureza — criação humana.

Um é o ideal estético da Engenharia e de tôdas as técnicas, o outro é o ideal estético da Arquitectura e de tôdas as artes.

A ciência através do cálculo e a Arte através da imagem

Para atingir o primeiro ideal, o da Natureza, seria necessário que a intervenção do homem fôsse nula para que se pudesse atingir a perfeição funcional; a obra resultante teria a máxima eficiência com a máxima economia. Único meio para consegui-lo: a Ciência através do cálculo.

Para atingir o segundo ideal, o da Arte, seria necessário que a intervenção do homem fôsse total; a obra resultante, obra de arte pura, não teria a mais pequena eficiência utilitária. Único meio para alcançá-lo: a Arte através da imagem.

É evidente que estes dois polos nunca se podem atingir. O primeiro, porque seria preciso conhecerem-se exactamente todos os dados do problema e ao mesmo tempo estar de posse de todos os meios para resolvê-lo. O segundo, porque seria preciso não existir nenhum problema (ou existir uma infinidade dêles) e a obra ser invenção total do homem.

No primeiro caso, o resultado alcançado seria a obra de engenharia pura, isto é, a própria Natureza. No segundo caso, o resultado alcançado seria a obra de arte pura, onde não existe nada da Natureza ([1]).

As obras de engenharia, destacando-se, puras, contra o céu, podem despertar em nós emoções iguais às provocadas por uma obra de arte.
(Refinaria da Sacor em Cabo Ruivo)

A obra de engenharia é sobretudo resultado de um descobrimento

Portanto: quanto maior fôr a intervenção do homem na concepção da obra, tanto mais ela é de arquitectura e tanto menos de engenharia.

([1]) Estas duas espécies de beleza despertam em nós sentimentos que não são exactamente os mesmos, mas muito próximos. Todavia, não os distinguimos.

([1]) A obra de arte é tanto mais pura quanto mais se afasta da Natureza, quere dizer, quanto menos sujeita está à Natureza. De tôdas as artes, é a Música a que mais se aproxima dêste conceito.

O que caracteriza a obra de arquitectura é a presença da Arte. Ora, como a Arte existe no homem, é bem claro que a obra de arquitectura, tomada num sentido absoluto, é *inventada* pelo homem.

Àquela intervenção maior ou menor do homem, chama-se, *invenção* (1). A obra de arte pura seria exclusivamente resultado de uma *invenção*. A obra de engenharia pura seria exclusivamente resultado de um *descobrimento* (2).

Com efeito, a obra de engenharia já existe em potência, já preexiste, antes de ter sido criada, isto é, posta em execução pelo engenheiro. Foi inventada ao mesmo tempo que a Natureza. É irmã da Natureza.

Era necessário dar-lhe corpo, criá-la. Mas para isso era preciso primeiro descobri-la. Tudo isto é a missão do engenheiro.

A obra de arquitectura é sobretudo resultado de uma invenção

Na obra de arte, portanto na de arquitectura, tudo continua a passar-se de uma maneira muito diferente. A obra de arte pura, se pudesse ser realizada, seria invenção total do homem. Antes do homem a ter inventado, a obra ainda não existia, nem sequer em potência. É esta a principal, a verdadeira distinção entre Engenharia e Arquitectura (tomadas estas palavras no seu sentido total, puro). Podemos dizer:

A missão do engenheiro é descobrir aquilo que já foi inventado, para logo a seguir dar execução — criar.

A missão do arquitecto é inventar aquilo que ainda não foi inventado, para logo a seguir dar execução — criar.

---

(1) Para compreensão exacta do sentido das palavras:
Inventar — ter a idéa, gerar, imaginar;
Descobrir — tirar aquilo que cobre, pôr à vista o que já foi inventado;
Criar — executar, realizar o que já foi inventado ou descoberto.

(2) Tôdas as aquisições científicas ou técnicas que têm ampliado o conhecimento do homem e que têm alimentado aquilo a que se chama o progresso, não passam de descobrimentos, embora se lhes chame muitas vezes invenções.

Logo: o engenheiro absoluto, ideal, deveria ter aptidões naturais e conhecimentos adquiridos (estes em maior número do que aquelas) de natureza exclusivamente científica e não precisaria da Arte para nada. Através do cálculo e com o auxílio da Ciência, as suas obras atingiriam o belo natural.

O arquitecto absoluto, ideal, deveria ter aptidões naturais e conhecimentos adquiridos (aquelas em maior número do que estes) de natureza exclusivamente artística e não precisaria da Ciência para nada. Através da imagem e com o auxílio da Arte, as suas obras atingiriam o belo artístico.

Despersonalização do engenheiro

Se, como ficou visto, a obra de engenharia é sobretudo conseqüência de um descobrimento e a obra de arquitectura é sobretudo conseqüência de uma invenção, não há dúvida que a intervenção pessoal, directa, do engenheiro na primeira é muito pequena, e a intervenção pessoal, directa, do arquitecto na segunda é muito grande.

Daqui resulta que a personalidade do engenheiro quási não transparece na sua obra, ao passo que a personalidade do arquitecto transparece — e muito. E tanto mais, quanto mais a construção se aproxima da obra de arte pura, invenção total do homem.

É esta capacidade de renúncia e de despersonalização, uma das grandes virtudes que todo o verdadeiro engenheiro deve possuir.

Pelo contrário, a Arquitectura, como arte, é expressão. Expressão principalmente das necessidades do homem e da sociedade, mas também expressão do próprio artista. É a esta exteriorização pessoal do arquitecto na sua obra que se opõe a despersonalização abnegada do engenheiro.

É uma luta permanente e magnífica que o engenheiro tem que travar, esta de resistir à tentação de ornar, de enfeitar, de modificar, de pôr na obra que não lhe pertence, mas a que êle desejaria chamar sua, qualquer coisa da sua maneira de ser, qualquer coisa dos seus sentimentos mais profundos.

O engenheiro deve apagar-se diante da sua obra, que é quási a própria Natureza.

Resolver descobrindo e resolver inventando

Resolver um problema científico é sempre *descobrir* a sua solução. Com efeito, no caso de haver solução, ela já existe. Existe há tanto tempo quanto existe o próprio problema. Quando um problema é *inventado* (não confundir com *descoberto*), é simultâneamente inventada a solução respectiva.

Portanto, resolver um problema científico, é sempre *descobrir*. Mas resolver um problema artístico é sempre *inventar*.

Em Arte, não há problemas gerais concretos, quere dizer, que admitam uma solução única. Ou melhor: de cada problema abstracto proposto, cada artista, em cada momento, *inventa* um problema concreto para si (uma interpretação pessoal e única do problema geral) e, ao mesmo tempo, a sua solução. Portanto, há um número infinito de problemas pessoais para cada problema geral e para cada momento. Logo, um número infinito de soluções.

Neste caso, estas soluções já são *inventadas*, porque os próprios problemas já o foram.

Mas o número único de soluções e o número infinito de soluções só existem nos limites: a Natureza e a Arte pura. Entre estes dois limites, todos os problemas supõem uma parcela de *invenção* e uma parcela de *descobrimento*.

Assim, e como já se disse, resolve-se um problema de engenharia quási só *descobrindo*, e resolve-se um problema de arte quási só *inventando*.

O critério para a classificação das tarefas da construção em obras de engenharia e obras de arquitectura assenta neste princípio. Numa construção, o problema a resolver chama-se programa a cumprir.

Pode dizer-se: uma obra é tanto mais de engenharia quanto mais definido fôr o programa, e é tanto mais de arquitectura, quanto menos definido fôr êsse programa.

Continua

CÁLCULO DE SUPORTES AO VAREJAMEMTO

PELOS ALUNOS DO 6.º ANO DO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

O cálculo de suportes sujeitos ao varejamento, de acôrdo com as determinações do Regulamento Português de Betão Armado, é feito tal como para a compressão simples depois de multiplicado o valor da carga por um coeficiente η.

Êste cálculo não apresenta dificuldade alguma.

Como, porém, o coeficiente η é dado por tabelas em função da relação h/a e a é justamente a incógnita do problema, êste tem de ser resolvido por tentativas se se pretender um bom aproveitamento do material.

As tabelas juntas permitem determinar rápida e directamente, a partir do valor da altura livre do suporte e da carga que êste deve suportar, quais devem ser as dimensões do betão para que fique sujeito à fadiga 60 kg/cm².

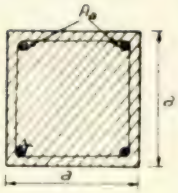
Para qualquer outra fadiga R'_b, diferente de 60 kg/cm², dever-se-á procurar nas tabelas as dimensões correspondentes a uma carga

$$S' = S \frac{60,0}{R_b}$$

SUPORTES QUADRADOS

Armadura Adoptada

$A_a = 0{,}01\ A_b$



a	Secção	Carga máxima em ton. para uma altura livre de											
cm	cm²	3m,50	4m,00	4m,50	5m,00	5m,50	6m,00	7m,00	8m,00	9m,00	10m,00	12m,00	15m,00
20	400	24,3	22,0	19,6	15,7	13,1	11,2	8,1	6,2	—	—	—	—
22	484	32,1	28,7	25,6	21,9	19,0	16,2	12,0	9,0	—	—	—	—
24	576	39,7	36,7	33,3	29,8	25,7	22,6	16,9	12,8	10,1	—	—	—
26	676	46,5	45,5	41,5	38,4	34,0	29,8	22,8	17,0	14,0	11,4	—	—
28	784	54,1	54,1	51,5	46,2	44,0	38,9	30,8	24,1	18,9	15,4	—	—
30	900	62,2	62,2	62,2	57,6	53,2	49,7	39,1	31,7	25,4	20,2	14,1	—
32	1024	70,9	70,9	70,9	68,8	63,9	59,5	49,5	40,5	32,4	26,4	18,1	—
34	1156	79,7	79,7	79,7	79,7	75,1	69,9	60,8	49,7	40,6	33,4	23,0	—
36	1296	89,4	89,4	89,4	89,4	88,0	83,0	73,2	60,3	51,0	41,9	28,8	—
38	1444	99,8	99,8	99,8	99,8	99,8	96,0	85,2	73,2	62,0	51,7	36,4	23,2
40	1600	111	111	111	111	111	111	98,0	88,5	73,5	63,0	45,0	28,4
42	1764	122	122	122	122	122	122	113	101	87,5	75,0	54,7	34,6
44	1936	133	133	133	133	133	133	128	114	102	87,7	64,2	41,3
46	2116	146	146	146	146	146	146	144	130	118	102	76,9	49,7
48	2304	158	158	158	158	158	158	158	146	133	119	90,5	59,1
50	2500	172	172	172	172	172	172	172	164	150	138	104	70,3
52	2704	186	186	186	186	186	186	186	182	166	154	119	81,0
54	2916	201	201	201	201	201	201	201	201	186	170	136	94,0
56	3136	217	217	217	217	217	217	217	217	204	190	154	107
58	3364	232	232	232	232	232	232	232	232	224	207	175	123
60	3600	248	248	248	248	248	248	248	248	248	230	198	142
62	3844	265	265	265	265	265	265	265	265	265	250	217	158
64	4096	283	283	283	283	283	283	283	283	283	274	237	177
66	4356	301	301	301	301	301	301	301	301	301	298	259	198
68	4624	318	318	318	318	318	318	318	318	318	318	278	218
70	4900	338	338	338	338	338	338	338	338	338	338	304	244
75	5625	388	388	388	388	388	388	388	388	388	388	370	310
80	6400	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	371
85	7225	499	499	499	499	499	499	499	499	499	499	499	437
90	8100	559	559	559	559	559	559	559	559	559	559	559	518
95	9025	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	623	600
100	10.000	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690

SUPORTES REDONDOS

Fracamente Reforçados

$A_a = 0{,}01\ A_b$ $\qquad$ $A_c = 0{,}02\ A_b$

d	Secção	Carga máxima em ton. para uma altura livre de											
cm	cm²	3m,50	4m,00	4m,50	5m,00	5m,50	6m,00	7m,00	8m,00	9m,00	10m,00	12m,00	15m,00
20	314	26,6	22,7	17,5	14,3	—	—	—	—	—	—	—	—
22	380	36,3	30,7	25,9	20,8	17,3	—	—	—	—	—	—	—
24	452	47,9	40,8	35,4	29,8	24,3	20,5	—	—	—	—	—	—
26	531	62,1	52,6	45,6	40,2	33,6	28,1	—	—	—	—	—	—
28	616	75,7	66,8	58,0	51,0	45,6	38,0	28,0	—	—	—	—	—
30	707	87,0	84,2	72,5	63,5	56,8	51,1	36,5	—	—	—	—	—
32	804	99,0	99,0	90,0	78,5	69,8	63,0	48,0	36,6	—	—	—	—
34	908	112	112	110	96,0	85,0	76,2	61,5	46,7	—	—	—	—
36	1018	125	125	125	114	101	91,5	76,2	58,5	46,3	—	—	—
38	1134	139	139	139	136	122	108	90,1	72,3	57,5	—	—	—
40	1257	154	154	154	154	144	128	106	90,5	70,0	57,0	—	—
42	1385	170	170	170	170	168	152	124	106	85,0	69,0	—	—
44	1521	187	187	187	187	187	176	145	123	104	83,5	—	—
46	1662	204	204	204	204	204	202	167	142	123	99,0	—	—
48	1810	223	223	223	223	223	223	192	164	142	120	83,0	—
50	1964	242	242	242	242	242	242	220	186	161	142	96.5	—
52	2124	262	262	262	262	262	262	250	211	183	162	102	—
54	2290	282	282	282	282	282	282	282	238	206	182	132	—
56	2463	303	303	303	303	303	303	303	268	232	203	151	—
58	2642	324	324	324	324	324	324	324	300	258	226	176	—
60	2827	348	348	348	348	348	348	348	338	290	254	205	129
62	3019	371	371	371	371	371	371	371	371	323	281	227	146
64	3217	396	396	396	396	396	396	396	396	360	314	252	165
66	3421	421	421	421	421	421	421	421	421	397	345	276	188
68	3632	446	446	446	446	446	446	446	446	438	381	303	210
70	3848	474	474	474	474	474	474	474	474	474	420	334	239
75	4418	545	545	545	545	545	545	545	545	545	528	418	320
80	5027	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	518	392
85	5675	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696	627	473
90	6362	782	782	782	782	782	782	782	782	782	782	752	570
95	7088	871	871	871	871	871	871	871	871	871	871	871	680
100	7854	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	805

SUPORTES REDONDOS

Mediamente Reforçados

$A_a = 0{,}03\ A_b$ $\qquad$ $A_c = 0{,}03\ A_b$

d	Secção	Carga máxima em ton. para uma altura livre de											
cm	cm²	3m,50	4m,00	4m,50	5m,00	5m,50	6m,00	7m,00	8m,00	9m,00	10m,00	12m,00	15m,00
20	314	36,4	31,0	24,0	19,5	—	—	—	—	—	—	—	—
22	380	49,4	42,0	35,4	28,5	23,6	—	—	—	—	—	—	—
24	452	65,5	55,8	48,3	40,8	33,3	28,1	—	—	—	—	—	—
26	531	85,2	72,2	62,5	55,2	46,1	38,6	—	—	—	—	—	—
28	616	103	91,0	79,1	69,5	62,0	52,0	38,1	—	—	—	—	—
30	707	118	114	98,5	86,1	77,0	69,5	49,6	—	—	—	—	—
32	804	135	135	123	107	95,1	86,0	65,7	50,0	—	—	—	—
34	908	152	152	149	130	115	103	83,6	63,4	—	—	—	—
36	1018	171	171	171	157	139	125	104	80,0	63,5	—	—	—
38	1134	190	190	190	188	166	148	123	98,9	78,8	—	—	—
40	1257	211	211	211	211	197	176	145	124	95,8	78,2	—	—
42	1385	233	233	233	233	231	207	170	144	116	94,6	—	—
44	1521	255	255	255	255	255	241	198	167	141	113	—	—
46	1662	279	279	279	279	279	276	228	193	168	135	—	—
48	1810	304	304	304	304	304	304	262	223	193	163	112	—
50	1964	329	329	329	329	329	329	299	253	219	193	131	—
52	2124	356	356	356	356	356	356	338	287	248	220	153	—
54	2290	385	385	385	385	385	385	385	326	281	248	180	—
56	2463	413	413	413	413	413	413	413	365	315	277	207	—
58	2642	444	444	444	444	444	444	444	411	355	310	241	—
60	2827	476	476	476	476	476	476	476	462	396	347	280	176
62	3019	508	508	508	508	508	508	508	508	442	385	310	200
64	3217	542	542	542	542	542	542	542	542	493	430	345	226
66	3421	574	574	574	574	574	574	574	574	542	471	378	256
68	3632	610	610	610	610	610	610	610	610	598	521	415	288
70	3848	649	649	649	649	649	649	649	649	649	574	456	327
75	4418	742	742	742	742	742	742	742	742	742	721	571	437
80	5027	849	849	849	849	849	849	849	849	849	849	707	538
85	5675	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	856	647
90	6362	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1030	780
95	7088	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	930
100	7854	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1320	1100

SUPORTES REDONDOS

Fortemente Reforçados

$A_a = 0{,}06\ A_b$ $\qquad$ $A_c = 0{,}04\ A_b$

d	Secção	Carga máxima em ton. para uma altura livre de											
cm	cm²	3m,50	4,m00	4,m50	5m,00	5m,50	6,m00	7m,00	8,m00	9m,00	10m,00	12m,00	15m,00
20	314	48,3	41,2	31,7	25,9	—	—	—	—	—	—	—	—
22	380	65,4	55,6	46,8	37,7	31,2	—	—	—	—	—	—	—
24	452	86,1	73,5	63,6	53,8	43,7	37,0	—	—	—	—	—	—
26	531	112	95,1	82,6	72,9	60,8	50,9	—	—	—	—	—	—
28	616	137	121	105	92,5	82,5	69,2	50,7	—	—	—	—	—
30	707	157	152	131	114	102	92,4	65,8	—	—	—	—	—
32	804	179	179	162	142	126	114	87,0	66,3	—	—	—	—
34	908	202	202	198	172	153	137	111	84,1	—	—	—	—
36	1018	227	227	227	208	184	165	138	106	84,0	—	—	—
38	1134	251	251	251	248	220	196	163	130	103	—	—	—
40	1257	280	280	280	280	262	233	193	164	127	103	—	—
42	1385	306	306	306	306	303	273	223	190	153	124	—	—
44	1521	338	338	338	338	338	319	263	223	188	151	—	—
46	1662	369	369	369	369	369	365	302	256	222	179	—	—
48	1810	402	402	402	402	402	402	346	295	256	216	148	—
50	1964	435	435	435	435	435	435	395	335	290	256	174	—
52	2124	471	471	471	471	471	471	448	380	329	291	203	—
54	2290	510	510	510	510	510	510	510	432	372	328	238	—
56	2463	548	548	548	548	548	548	548	484	418	367	274	—
58	2642	588	588	588	588	588	588	588	543	470	411	318	—
60	2827	629	629	629	629	629	629	629	610	525	459	370	233
62	3019	671	671	671	671	671	671	671	671	584	508	409	264
64	3217	715	715	715	715	715	715	715	715	650	568	455	297
66	3421	760	760	760	760	760	760	760	760	717	622	500	338
68	3632	807	807	807	807	807	807	807	807	791	690	549	380
70	3848	857	857	857	857	857	857	857	857	857	758	602	432
75	4418	982	982	982	982	982	982	982	982	982	952	755	578
80	5027	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	935	710
85	5675	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1255	1130	853
90	6362	1410	1410	1410	1410	1410	1410	1410	1410	1410	1410	1350	1030
95	7088	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1570	1225
100	7854	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1740	1450

DO MUNDO TÉCNICO

O óleo de lubrificação nos cilindros do motor Diesel

O óleo de lubrificação introduzido nos cilindros dos motores Diesel deminue o atrito entre o êmbolo e a parede e impede a deterioração das superfícies em contacto, mas é pouco a pouco destruído pelo calor libertado na combustão. Sob esta acção, os hidrocarbonetos que constituem o óleo não se transformam directamente em anidrido carbónico e água mas formam com o oxigénio do ar combinações intermédias complicadas. Os resíduos viscosos e sólidos que daí resultam provocam depósitos indesejáveis, que deminuem o rendimento do motor e conduzem a custosos trabalhos de limpeza. A casa Sulzer Frère tem consagrado a esta questão estudos profundos com o intuito de empregar na lubrificação dos cilindros, óleos deixando resíduos na menor quantidade possível.

As qualidades que se exige dum óleo destinado à lubrificação dos cilindros são impostas por diversos factores. Em primeiro lugar, é necessário que as suas propriedades físicas lhe permitam que se intercale convenientemente sôbre as paredes dos cilindros, isto é, que forme uma película de lubrificante cobrindo completamente o percurso do êmbolo de maneira a assegurar uma lubrificação eficaz. No sistema por projecção, em que a parte inferior do cilindro é atingida pela projecção do óleo, êste introduz-se em maior ou menor quantidade entre o êmbolo e a parede. Mas, se não houver precauções especiais a lubrificação corre o risco de ser muito abundante, como se pode verificar sobretudo nos motores de pequenas dimensões. As condições são diferentes para a lubrificação forçada dos motores de cruzeta, em que os cilindros são separados do carter por uma parede estanque. Neste caso o modo de distribuïção do óleo sôbre as paredes dos cilindros tem um papel essencial. O óleo saindo de orifícios de lubrificação vai ficar entreposto entre as paredes em virtude do movimento alternativo do êmbolo alastrando numa superfície que será tanto mais larga quanto a viscosidade fôr menor. Por outro lado êste alastramento será tanto menor quanto a velocidade do êmbolo fôr maior: as grandes velocidades exigem portanto um óleo fluido. Enfim a viscosidade do óleo deverá ser escolhida de acôrdo com o número de pontos de lubrificação: o óleo será tanto mais fluído quanto estes pontos estiverem mais afastados uns dos outros a-fim-de que tôda a superfície de escorregamento do êmbolo seja coberta por uma película ininterrupta.

As condições de atrito dos êmbolos requerem ainda que o óleo adira fortemente às paredes do cilindro. Durante estes últimos anos, diversos especialistas expuseram a sua opinião a-fim-de esclarecer esta questão e pode-se admitir que as considerações seguintes são definitivas:

Para evitar o contacto directo entre o êmbolo e o cilindro, é indispensável que a película de óleo possa suportar uma certa carga sem se dividir, e a teoria da lubrificação mostra que em regime permanente um filme de óleo, separando duas superfícies em movimento relativo só pode ser carregado se a sua espessura é variável. É por isto que parece à primeira impressão, que um êmbolo mergulhador só transversalmente à combota poderá formar uma camada de óleo susceptível de suportar uma carga; no sentido do eixo as superfícies em contacto permanecem paralelas e a espessura da camada de óleo é constante. Além disso a velocidade anulando-se nos dois pontos mortos a película de lubrificante no fim do passeio do êmbolo não é, segundo as leis hidrodinâmicas, capaz de suportar uma carga nestas regiões. Medidas adequadas permitiram observar a rotura do filme de óleo no ponto morto superior e constatou-se que isso se dava sobretudo às pequenas velocidades, enquanto que permanecia intacto no meio do curso. Os ensaios e a experiência mostram por outro lado, que se a lubrificação líquida se produz convenientemente, sôbre uma parte do curso, pelo menos, é graças à estrutura das superfícies, a um ligeiro desvio das direcções de escorregamento e por último a deformações ou desgastes irregulares.

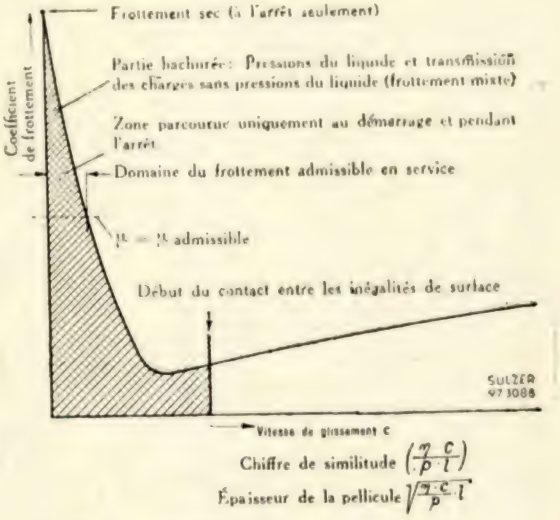


Fig. 1 — Representação das condições de atrito por meio da curva de Stribeck.

As condições de escorregamento podem ser representadas pela curva de Stribeck (fig. 1). O coeficiente de atrito μ está marcado em ordenadas enquanto que

a abcissa representa, seja a velocidade do êmbolo, seja o que se chama a característica de semelhança $\sqrt{\frac{\eta \cdot c}{p}}$ onde η é a viscosidade do óleo e p a pressão específica, seja enfim a a espessura da película h_2 que, abstracção feita das condições geométricas, é proporcional ao valor $\sqrt{\frac{\eta \cdot e}{p}}$ l. Às pequenas velocidades, ou logo que a película é muito delgada o atrito aumenta muito: é a zona do escorregamento mixto. Neste caso a viscosidade não tem qualquer influência e são ùnicamente as propriedades físicas e moleculares do óleo e as superfícies (composição e estrutura) que intervêm.

Nos pontos mortos do êmbolo a lubrificação não é tão desfavorável como se poderia julgar, graças à propriedade que tem a película de suportar momentâneamente uma carga relativamente elevada.

mais elevada quanto a viscosidade é maior e quanto o tempo necessário para êste deslocamento fôr menor.

É o que se passa nos movimentos transversais do êmbolo durante todo o seu curso mas particularmente nos pontos mortos.

Para ponto do curso do êmbolo pode-se traçar uma curva de Stribeck caracterizada pela posição momentânea duma peça qualquer, por exemplo dum segmento. É o caso da fig. 2, onde a espessura temporária h_1 da película tem para as duas posições extremas um valor arbitrário mas possível. A determinação desta espessura temporária só é possível mediante várias hipóteses, em particular para os pontos situados entre duas posições extremas. Pelo contrário, a ordem de grandeza da espessura h_2 pode ser avaliada aproximadamente por meio da velocidade do êmbolo, da viscosidade média e da pressão efectiva exercida pelo segmento.

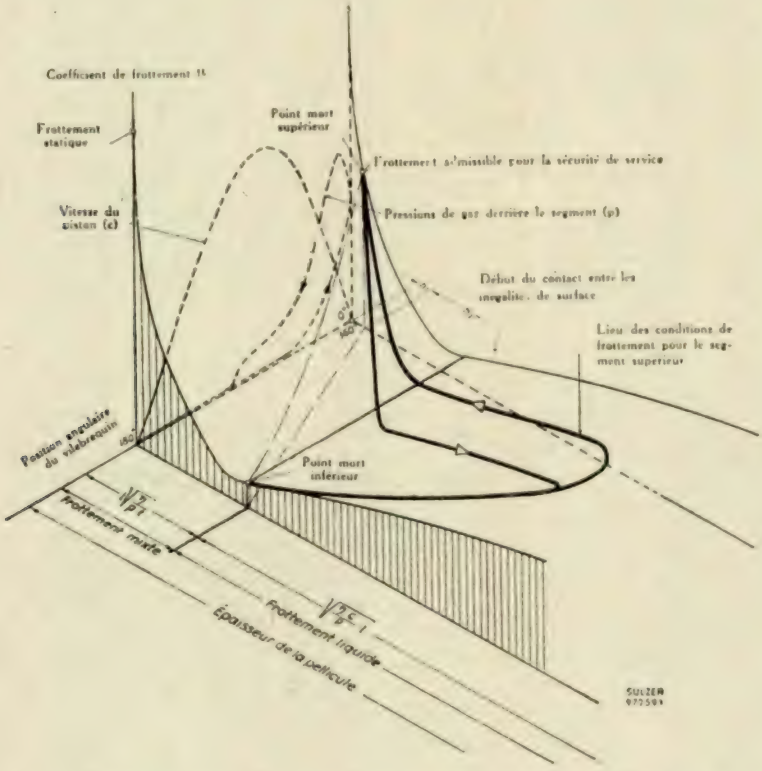


Fig. 2 — Condições de atrito para o segmento superior (motor de 2 tempos e de cruzeta).

Se l é um comprimento, η a viscosidade do óleo, p a pressão e t o tempo, a espessura h_1 é a cada instante proporcional à expressão

$$\frac{1}{2}\sqrt{3\pi} \cdot \sqrt{\frac{\eta}{p \cdot t}}$$

Esta lei significa que a espessura duma película de óleo não pode deminuir bruscamente. Se a posição do êmbolo tende a modificar-se a película torna-se no mesmo instante capaz de suportar uma carga tanto

Resulta dos estudos feitos sôbre êste assunto que esta pressão efectiva é a soma da tensão própria devido à elasticidade e à semi-diferença das pressões a jusante e a montante do segmento. Isto permite representar gràficamente as condições de atrito dum segmento para os diversos pontos do ciclo completo (fig. 2). Finalmente a consideração preponderante provém do facto que o desgaste sofrido pelos cilindros e aumentado pela rotura de filme nota-se principalmente na sua parte superior.

Esta representação gráfica mostra também que, precisamente na zona mais exposta, a viscosidade tem

uma influência menor que as propriedades adesivas do óleo. Todos os óleos usais formam felizmente, pela sua oxidação no cilindro produtos que reforçam ainda esta adesão natural.

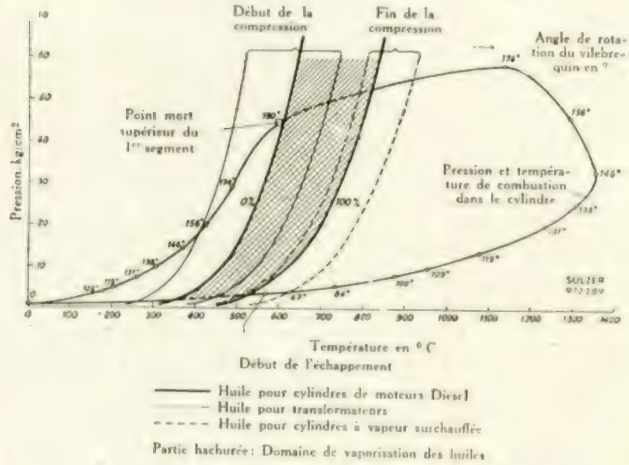


Fig. 3 — Domínio de evaporação do óleo de lubrificação e diagrama pressão-temperatura para o ciclo Diesel.

Por esta razão, a escolha da viscosidade não depende senão das condições em que o óleo se deve espalhar sôbre as paredes do cilindro e é indispensável ter em atenção as variações devidas às mudanças de temperatura.

e não aquela que o caracteriza a uma temperatura arbitrária de referência.

O envelhecimento do óleo no motor Diesel.

Depois dum serviço prolongado, o óleo transforma-se e envelhece. Às temperaturas admitidas até agora para as chumaceiras o aquecimento do óleo que as lubrifica não tem grande influência.

Porém, os resíduos que o óleo deixa nos cilindros da mesma maneira que os produtos de oxidação do combustível, depositam-se no óleo sempre que o carter não seja separado dos cilindros por uma parede estanque. A filtração permite recuperar 96 % e mesmo mais do óleo assim alterado. Os corpos estranhos que se misturam aumentam a viscosidade.

Em particular, nos motores de êmbolos mergulhadores, refrigerados a água, esta cai inevitàvelmente em pequena quantidade no carter; forma aí uma emulsão misturando-se com o lubrificante, cujo consumo então aumenta, e, como o poder da adesão da água é mais elevado que o do óleo mineral esta emulsão é mais difícil de eliminar pelos metálicos respadores.

Mas é nos cilindros que o óleo de lubrificação sofre as transformações mais importantes e mais profundas porque aí é submetido a pressões e a temperaturas elevadas ao mesmo tempo que está em contacto com o oxigénio do ar. Estas são as duas causas fundamentais da sua transformação que é de natureza simultâneamente física e química. A alteração física é uma evaporação, enquanto que a transformação química é uma oxidação de certos compostos cujos resíduos se incor-

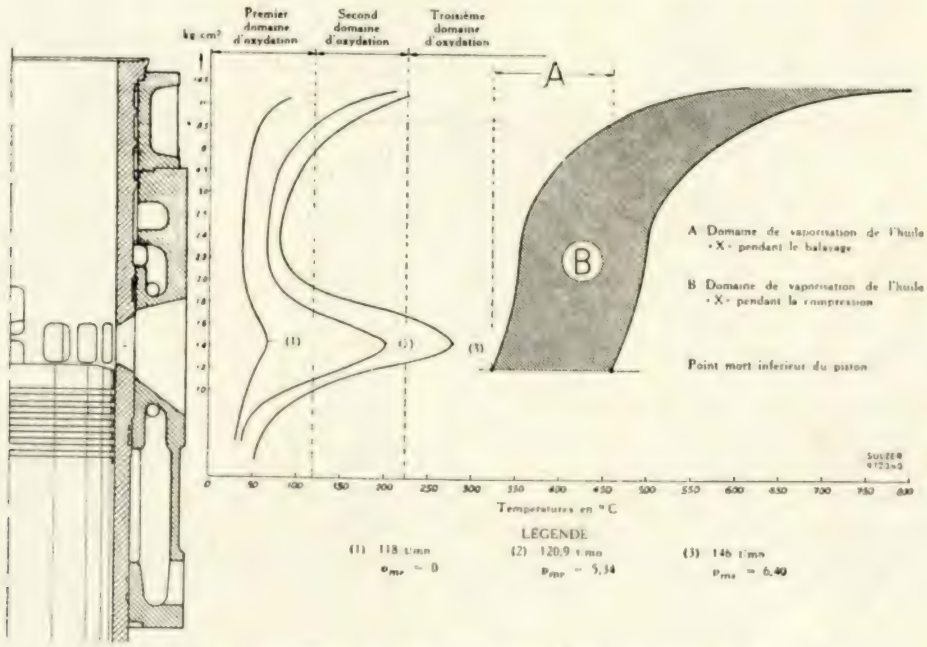


Fig. 4 — Temperaturas da parede do cilindro e sua acção sôbre o óleo.

Óleos diversos, tendo a 50° C a mesma viscosidade, podem apresentar a outras temperaturas diferenças muito sensíveis. É portanto a viscosidade do óleo à temperatura do cilindro que deve determinar a escolha

poram no óleo aumentando a viscosidade. Estes produtos de oxidação são solúveis no óleo até uma certa concentração a partir da qual êles se precipitam formando um depósito susceptível, segundo a composição

e seu poder adesivo, de provocar a gripagem dos segmentos assim como de prejudicar a vedação das válvulas ou dos canais de lavagem e de escape.

A evaporação do óleo no cilindro não tem grande importância como resulta do diagrama pressão-temperatura da fig. 3. A curva de evaporação dos óleos estudados foi determinada pelos métodos de Brückner e calculada para altas pressões. Examinando êste diagrama constata-se que o óleo espalhado sob a parede

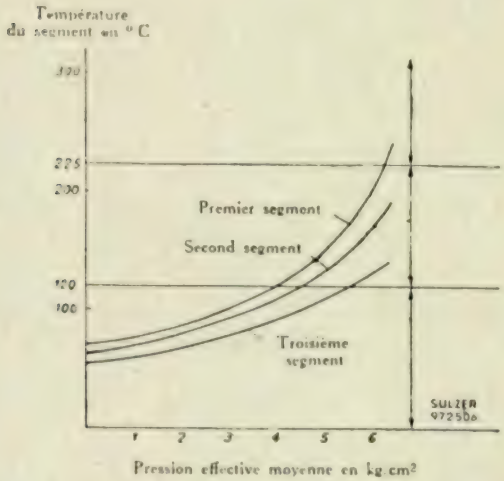


Fig. 5 — Temperatura dos segmentos e domínio de oxidação.

do cilindro antes de atingir o segmento superior não tem tempo de se vaporizar antes da descida do êmbolo. É difícil determinar a quantidade de óleo vaporizado

Fig. 6 — Êmbolo de motor de 2 tempos em perfeito estado.

num ciclo motor completo, porque a intensidade de vaporização depende do pêso molecular e da tensão do vapor de óleo assim como da superfície das gotas. Por outro lado, o intervalo de tempo, separando duas passagens sucessivas do êmbolo durante um ciclo origina um período de vaporização muito curto. Na realidade, as paredes do cilindro exercem uma influência refrigerante no óleo, cuja temperatura não atinge, por conseqüência a temperatura dos gases.

A fig. 4 mostra o domínio de vaporização dum óleo tendo uma viscosidade de 87 C. St. a 50° C, em função das temperaturas da parede, reveladas num motor de ensaios com um cilindro de diâmetro 720 mm.

Viu-se acima que a transformação essencial sofrida pelo óleo é uma oxidação acompanhada de diversos fenómenos conexos. Está-se hoje de acôrdo que as transformações perigosas para o motor se produzem a temperaturas compreendidas entre 120° e 200°.

Esta zona é representada na fig. 4, onde se vê que o óleo pode passar por tôdas as fases de oxidação segundo a parte do cilindro onde se encontra e segundo a carga do motor.

Na fig. 5 as temperaturas dos segmentos estão representadas em função da pressão efectiva média no mesmo domínio de oxidação.

Os resíduos formados no cilindro não são nem o coque de óleo nem o carbono. Pelo contrário os produtos de envelhecimento são sempre hidrocarbonetos.

O teor em oxigénio pode ser maior ou menor conforme o grau de oxidação sofrido aumentando à medida que o teor em hidrogénio deminue. A composição dos resíduos varia também consoante o óleo donde provêm. Não se pode portanto em nenhum caso falar de produtos de decomposição semelhantes ao carbono. Mesmo a expressão «teor em asfalto duro, muitas vezes utilizada a propósito do envelhecimento do óleo é errónea.

A fig. 6 mostra um êmbolo que permaneceu em bom estado: os segmentos estão livres e banhados de óleo assim como as partes do êmbolo separando as ranhuras; reconhece-se um resíduo polvoroso.

A fig. 7, pelo contrário, mostra um êmbolo lubrificado com um óleo mal apropriado; os resíduos são na

Fig. 7 — Êmbolo de motor de 2 tempos em mau estado.

sua maior parte resinosos mas em parte também sêcos e pulverulentos. Nota-se nitidamente que os resíduos

foram oxidados, no prolongamento da fenda do segmento superior pelos gases queimados que a atravessam. Quanto mais resinosos, mais fàcilmente os segmentos ficam presos, o que vem a ser o caso do segundo e também já em parte, do terceiro segmento do êmbolo da fig. 7.

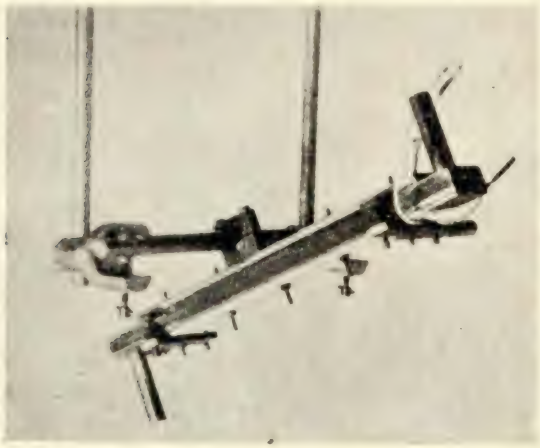


Fig. 8 — Aparelho para o envelhecimento artificial do óleo (Publicado por «Schweizer Archiv für angewandte wineuschaft»).

Quanto maior fôr a proporção das partes fortemente oxidadas mais pulverulentos são os resíduos e melhor são arrastados pelos movimentos do segmento.

É interessante notar que a maior parte das vezes o segundo segmento é o único a blocar; o segmento superior, isto é, aquele que suporta a temperatura mais alta, assim como os segmentos inferiores, submetido a uma temperatura menos elevada ficam livres. A aderência dos segmentos não se produz nos estados de oxidação às mais altas temperaturas mas pelo contrário àqueles que correspondem às baixas temperaturas.

A determinação técnica dos óleos de lubrificação em relação às suas reacções no motor de combustão interna é ainda hoje muito incerta.

para fornecer indicações certas sôbre a maneira como o óleo se comporta nos cilindros do motor Diesel. Mesmo as experiências efectuadas no banco de ensaios, sôbre motores especiais não permitem atingir o fim necessário, porque é muito difícil de estabelecer experimentalmente de antemão as condições às quais ficarão submetidos os óleos. É por isso que a escolha dos óleos de lubrificação tem sido feita até hoje pelos resultados dos ensaios em serviço que têm a incontestável vantagem, dada a sua longa duração, de serem menos sensíveis ao efeito de factores momentâneos.

Todavia, a casa Sulzer Frères não deixa de investigar esta questão procurando realizar tão aproximadamente quanto possível, por ensaios de laboratório, as condições reinantes no motor e provocar artificialmente a formação de resíduos que se obteve em serviço. A fig. 8 mostra um aparelho de ensaios utilizados com êste fim compondo-se essencialmente de duas barras metálicas, inclinadas de 40° sôbre a horizontal. Estas duas barras podem ser aquecidas por um dispositivo eléctrico.

Utiliza-se para o ensaio uma quantidade determinada de óleo, introduzida pelo tubo visível no alto da figura e que se escoa entre as barras por intermédio dum distribuïdor que o reparte sôbre tôda a largura.

Uma ligeira corrente de ar, enviada num tubo de vidro, acelera um pouco as fracas oxidações e o envelhecimento. O óleo escoa-se ao longo das barras para um recipiente para ser daí conduzido por uma bomba ao recipiente superior. O ensaio continua até que o óleo se torne tão espesso que não possa ser lançado pela bomba, depositando-se os resíduos sôbre as barras metálicas como nos cilindros do motor Diesel. Vê-se na fig. 9 os resíduos obtidos por êste meio e seleccionados pelo mesmo processo que aqueles que provêm dum motor.

Escusado será dizer que como a natureza dos resíduos formados no motor depende da sua carga assim a determinação do óleo por êste aparelho de ensaios só tem valor para um regime dado.

Se as condições de marcha dum motor não são prèviamente conhecidas não é possível prever exactamente de que maneira o óleo se comporta em serviço.

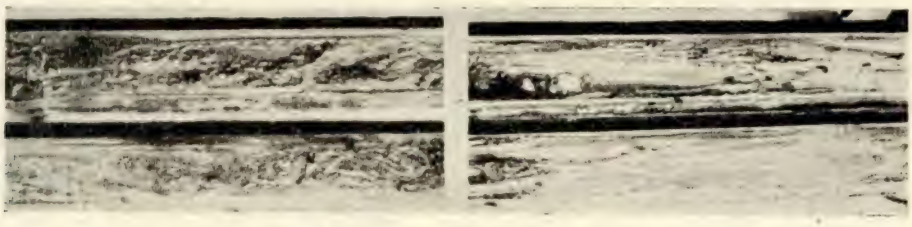


Fig. 9 — Formação de resíduos sôbre as barras do aparelho de envelhecimento; à esquerda: óleo nafténico; à direita: o óleo de natureza nafténica adicionado dum produto impedindo a oxidação.

Segundo a sua proveniência e o modo de preparação os óleos dão lugar a resíduos de oxidação diversos que se podem depositar no êmbolo e no cilindro.

As análises usuais de laboratório, como os ensaios de envelhecimento e de coquefacção não chegam

Além disso o combustível contribue também para a formação de resíduos e a análise química não permite distinguir os depósitos provenientes do combustível daqueles que produz o óleo de lubrificação. Duma maneira geral, o especialista conhecendo o motor a

fundo será capaz de fazer esta distinção seja examinando atentamente os orgãos do motor, em particular a bomba de injecção, seja baseando-se noutros factores cuja influência varia de caso para caso.

Pode-se dizer, em resumo, que a escolha dos óleos de lubrificação para os cilindros dos motores Diesel depende sobretudo da maneira como êles se oxidam; é sob êste aspecto que a sua composição tem um papel preponderante. Mas a técnica moderna da refinação esforça-se há algum tempo, por adições apropriadas de conferir aos óleos propriedades que não têm naturalmente de modo que as possibilidades de encontrar o lubrificante conveniente a um dado motor são grandemente aumentadas.

(Da *Revue Technique Sulzer*)

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Tratado elementar de hidráulica

Pelo Eng.º ANTÓNIO GENTIL SOARES BRANCO

Edição da Livraria Bertrand — 430 págs.

Recebemos êste livro da autoria do Eng.º A. Soares Branco que agradecemos e que apresenta algum interêsse para um estudo simplificado de Hidráulica.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Não periódicas

Jean Perrin — A Gomemoração em Lisboa do primeiro aniversário da sua morte.

Apreciação e discussão dos planos de trabalho para 1943 — Conselho de Coordenação Técnica e Económica da Colónia de Angola.

Censo Geral da População — 1940 — VII e IX volumes — Direcção dos Serviços de Economia — Colónia de Angola.

Publicações periódicas

ARGENTINA

EL INGENIERO — Abril de 1943.

COLOMBIA

MEMORIAL DEL ESTADO MAYOR GENERAL — N.ºs 5, 6, 7, 8, de 1943.

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Março e Abril de 1943.

ESPANHA

DYNA — Janeiro de 1944.

CEMENTO — Janeiro de 1944.

INVESTIGACION Y PROGRESSO — N.ºs 7 8

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — Janeiro de 1943.

HUNGRIA

TECHNIKA — Janeiro de 1944.

PORTUGAL

AGROS — Julho-Agôsto de 1943.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA Dezembro de 1943 e Janeiro de 1944.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA DE LISBOA — Setembro e Dezembro de 1943.

BROTÉRIA — Janeiro de 1944.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Outubro de 1943.

ESTUDOS — Outubro e Novembro de 1943.

GAZETA DE MATEMÁTICA — Janeiro de 1944.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.os 1345 e 1346.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Janeiro de 1944.

MEDICINA — Novembro e Dezembro de 1943.

O INSTITUTO — Ano de 1943.

REVISTA DE ARTILHARIA — Dezembro de 1943 e Janeiro de 1944.

OCIDENTE — Janeiro de 1944.

SEARA NOVA — N.os 857 a 860.

ROMÉNIA

BULETINUL ASOCIATIEI GENERALE A INGINERILOR DIN ROMANIA — Dezembro de 1943.

SUÉCIA

ASEA-REVUE — N.os 1 e 2 de 1941.

SUÍÇA

BULLETIN OERLIKON — Janeiro a Junho de 1943.

REVUE SULZER — N.º 3 de 1943.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

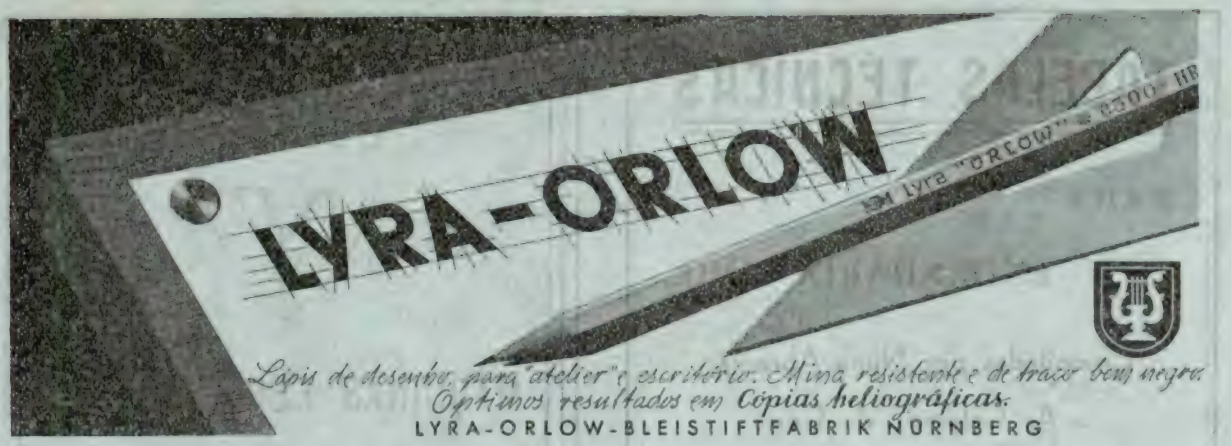
DIRECTOR: JOSÉ DE LUCENA

ADMINISTRADOR: FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES

BIBLIOTECÁRIO: ANTÓNIO BUSTORFF

CORPO REDACTORIAL: EDUARDO DE ABREU NUNES, JORGE TRIGO MIRA, MANUEL DOS SANTOS RÉZIO, ANTÓNIO DA SILVA SALTA, LUIZ PINTO ELYSEU

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.



Nova edição do

REGULAMENTO DE BETÃO ARMADO

COM AS ALTERAÇÕES DO DECRETO N.º 33:021

À venda na Redacção da TÉCNICA

A S E A

RECTIFICADORES PARA CARGA DE BATERIAS

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA PÔRTO

TABELAS TÉCNICAS

PARA

ENGENHARIA CIVIL

Compiladas por Nuno Abrantes
e A. Celestino da Costa

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

À Venda na
REDACÇÃO DA TECNICA

Preço 45$00

Para Assinantes 40$00

EMULSÕES
de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

MÁQUINAS-FERRAMENTAS
para trabalhar metais e madeiras

FERRAMENTAS
para todos os usos

ARMADURAS DE
ALTA PRESSÃO

APARELHOS DE LEVANTAR
CARGAS E DE TRANSPORTE

MOTORES

INSTALAÇÕES DE FÁBRICAS
E OFICINAS

V A P O R
Société Anonyme

ZUG (Suisse)

Téléphone: 4.15.74/75

Télégrammes: Vapor Zug

Bairro do Alto da Boa Vista

Uma das grandes obras onde tôda a madeira foi preparada, por imersão com o produto **CUPRINOL**

O **CUPRINOL** conserva a madeira contra o caruncho, escaravelho, formiga branca e apodrecimento

Em todos os países o **CUPRINOL** tem a sua missão definida: proteger e garantir a durabilidade dos madeiramentos em todos os locais

O **CUPRINOL** tem os seguintes tons: VERDE, CASTANHO e INCOLOR

Fabricado e preparado por CUPRINOL, Ltd., Bristol — Inglaterra

Distribuído por JENSON & NICHOLSON, Ltd. — Londres

Distribuïdores exclusivos para Portugal e Colónias:

Sociedade Robbialac, Limitada

Rua Nova do Carvalho, 15, 1.º — LISBOA — Telef. (P. B. X.) 27000

Depositário no Pôrto: **Drogaria Tiago da Costa** - Rua S. João, 33

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Emprêsa de Sondagens e Fundações

Teixeira Duarte, L.da

Sondagens geológicas

—

Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

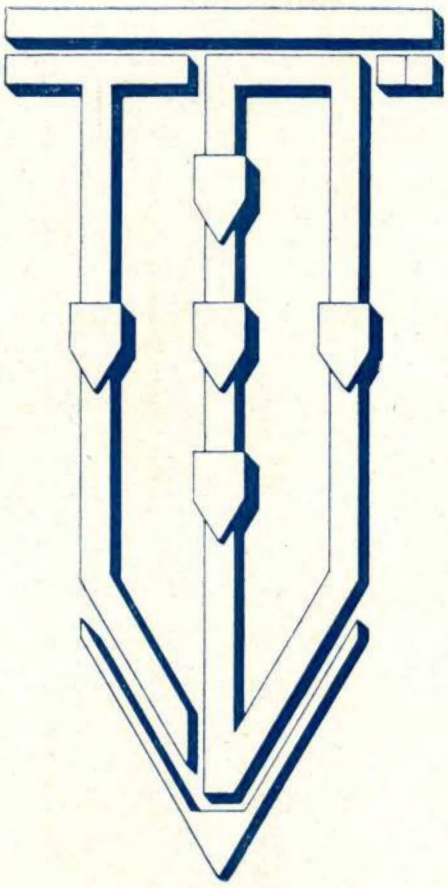
Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

Captações de água subterrânea



Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

Fundador e Director: **Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte**

NOVA SEDE

LISBOA — RUA DA BETESGA, 57, 3.°

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.

Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.